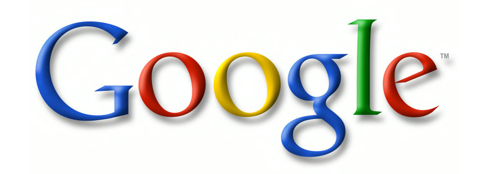
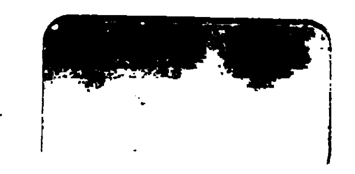

Google







ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

(BEGRÜNDET VON **MAX v. PETTENKOFER.**)

UNTER MITWIRKUNG

VON

Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Prof. Dr. BONHOFF, Marburg a. L.; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Zürich; Prof. Dr. HEIM, Erlangen; Prof. Dr. A. HILGER, München; Prof. Dr. F. HUEPPE, Prag; Prof. Dr. KABRHEL, Prag; Prof. Dr. F. KRATSCHMER, Wien; Prof. Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Prof. Dr. LODE, Innsbruck; Prof. Dr. L. PFEIFFER, Rostock; Generalarzt Dr. J. PORT, Würzburg; Prof. Dr. W. PRAUSNITZ, Graz; Prof. Dr. F. RENK, Dresden; Prof. Dr. SCHOTTELIUS, Freiburg i. B.; Generaloberarzt Dr. A. SCHUSTER, München; Prof. Dr. WERNICKE, Posen.

HERAUSGEGEBEN

VON

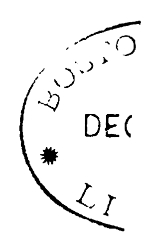
J. FORSTER, M. GRUBER, FR. HOFMANN, M. RUBNER,

O. Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

STRASSBURG MÜNCHEN LEIPZIG BERLIN.

FÜNFUNDVIERZIGSTER BAND.

MÜNCHEN UND BERLIN.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.
1902.



Inhalt.

Seite

Experimentelle Beiträge zur Lehre von dem täglichen Nahrungsbedarf des Menschen unter besonderer Berücksichtigung der notwendigen Eiweifsmenge. (Selbstversuche.) Von Dr. med. et phil. R. O. Neumann, Privatdozent, I. Assistent am hygienischen Institut Kiel 1

Untersuchungen über die hygienische Bedeutung des Zinns, insbesondere in Konserven. Von Prof. Dr. K. B. Lehmann. (Aus dem hygienischen Institut in Würzburg) 88

Die physiologische Bakteriologie des Darmkanals. (Mit 1 Tafel.) Von Alex. Klein, Privatdozent in Amsterdam. (Aus dem Institute für Hygiene und Bakteriologie der Universität Amsterdam) 117

Hygienische Untersuchungen über Mehl und Brot. XI. Über die Bedeutung der Schälung und Zermahlung des Getreides für die Ausnutzung (Avedyk- und Steinmetzverfahren). Nebst einigen Versuchen über die Bedeutung des Weizenmehlzusatzes zum Roggenbrot. Von Prof. Dr. K. B. Lehmann. (Aus dem hygienischen Institut in Würzburg) 177

Bakteriologische Prüfungen desinfizierter Hände mit Hilfe des Paul-Sarweyschen Kastens, nach Desinfektion durch Heifswasseralkohol, Seifenspiritus und Kombination von Alkohol und Formaldehyd. Von Dr. Engels, Assistenten am hygienischen Institut zu Marburg. (Aus dem Institut für Hygiene und experimentelle Therapie, Abteilung für Hygiene) 213

Bakteriologische Prüfungen desinfizierter Hände mit Benutzung des Paul-Sarweyschen Kastens nach Desinfektion mit Bacillol. Von Dr. Engels, Assistenten an der hygien. Abteilung des Instituts für Hygiene und experim. Therapie zu Marburg 263

Über den Fettreichtum der Abwässer und das Verhalten des Fettes im Boden der Rieselfelder Berlins. Von Dr. Karl Schreiber, Berlin. (Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin) 295

Seite

Untersuchungen über die Reifung von Weichkäsen. 2. Mitteilung. Von Dr. Stanislaus Epstein, Assistenten am Institute. (Aus dem hygienischen Institute der deutschen Universität in Prag; Vorstand: Prof. Dr. Hueppe) 354

Bakteriologische Prüfung desinfizierter Hände mit Hilfe des Paul-Sarweyschen sterilen Kastens nach Desinfektion mit Quecksilbersulfat-Äthylendiamin (Sublamin). Von Dr. E. Engels, Assistenten am hygienischen Institut. (Aus dem Institut für Hygiene und experimentelle Therapie zu Marburg, Abteilung für Hygiene) . . 377

Ein Selbstversuch über Ausnutzung der Nährstoffe bei verschiedenen Quantitäten des mit dem Mahle eingeführten Wassers. Vom Dozenten Dr. Stanislav Růžička, Assistenten am hygien. Institute des Prof. Kabrhel in Prag. (Aus dem hygienischen Institute der Universität in Berlin) 409

Experimentelle Beiträge zur Lehre von dem täglichen Nahrungsbedarf des Menschen unter besonderer Berücksichtigung der notwendigen Eiweifsmenge.

(Selbstversuche.)

Von

Dr. med. et phil. R. O. Neumann,

Privatdozent, I. Assistent am hygienischen Institut Kiel.

Einleitung.

Der tägliche Bedarf an Nahrungsstoffen stellt eine veränderliche Gröfse dar, welche nicht allein von dem Stoffverbrauch im Körper abhängig ist, sondern für die auch ganz besonders die Eigentümlichkeiten des Individuums mafsgebend sind. Hierzu gehören Alter, Geschlecht, Lebensweise, Berufsart und Gemütsstimmung, besonders das Körpergewicht und die Beschäftigung, auch klimatische und soziale Verhältnisse spielen eine Rolle.

Die Folge davon ist, dafs auch die Nahrungszufuhr Veränderungen erleidet und gleichzeitig mit ihr die wichtigsten Bestandteile der Nahrung, das Eiweifs, das Fett und die Kohlehydrate. Halten sich die dadurch bedingten Schwankungen in gewissen Grenzen, so wird keine Gefahr für den Körper entstehen, da ein steter Ausgleich stattfindet; sinkt aber die Aufnahme der verbrennbaren lebenswichtigen Stoffe dauernd unter eine gewisse Minimalmenge, so wird der Körper aus seinem Gleichgewicht herausgebracht und eine sichtliche Schädigung erfahren.

Dieser Satz gilt besonders dann, wenn es sich um eine zu geringe Zufuhr von Eiweifskörpern handelt.

Damit erhebt sich aber die nächstliegende Frage: Welches ist die geringste Menge von Eiweifs, welches den Körper noch im Stickstoffgleichgewicht zu halten vermag? Die Antwort darauf ist recht schwierig, wenn nicht überhaupt unmöglich zu geben, da wir uns bewufst sein müssen, dafs es nicht nur ein Eiweifsminimum, sondern mehrere Minima gibt.

Die tägliche Erfahrung lehrt ja, dafs die meisten Menschen mit ihrer unter normalen Verhältnissen gewählten Kost auf ihrem Körper- und Eiweifsgleichgewicht verharren bleiben, trotzdem ihre Hauptnahrung in durchaus verschiedener Zusammensetzung besteht, und so werden wir schliefsen müssen, dafs sie auch mit verschiedenen Mengen Eiweifs sich im Stickstoffgleichgewicht erhalten können. Rubner[103]) S. 126 hat die Thatsache, dafs wir mit mehreren Eiweifsminima zu rechnen haben, bereits ausgesprochen und zugleich betont, dafs ein Suchen nach einem Eiweifsminimum aus diesem Grunde erfolglos sei. Selbstverständlich soll damit nur gesagt sein, dafs eine für alle Individuen passende Eiweifsminimalmenge nicht zu finden ist, wohl aber kann dieselbe für eine bestimmte Person und für bestimmte Nahrungsmittel festgestellt werden.

Während nun C. Voit für den kräftig arbeitenden, 70 Kilo schweren Holzarbeiter 118 g Eiweifs pro die verlangte, haben andere Untersucher noch mehr, andere dagegen viel weniger für notwendig gefunden. Hierdurch ist eine Fülle von widersprechendem Material herbeigeschafft, aus welchem ein Vergleichsweg nicht leicht herauszuführen scheint, und doch lassen sich die gefundenen Resultate, wie wir später sehen werden, erklären, wenn man nur 1. die oben angedeuteten Faktoren, die bei der Ernährung mitsprechen, in Betracht zieht, und 2. berücksichtigt, dafs eben das Eiweifsquantum in der Nahrung sehr erheblich davon abhängt, wie viel Kohlehydrate und Fett der Nahrung mit beigegeben werden. Es berichtet so z. B. Rubner[103]) S. 127, dafs durch Fütterung von Kohlehydraten der Eiweifsumsatz auf 5 % herabzudrücken ist, während 95 % des

Kraftwechsels durch Kohlehydrate gedeckt werden können. Auch die ganz niedrigen Zahlen von Sivén[112 u. 112a]), welcher sich mit 30,1 g pro die noch im Stickstoffgleichgewicht erhalten konnte, ohne erhöhte Beigabe von anderen Nahrungsmitteln, sprechen für diese Thatsache.

Bei der Beurteilung solcher extrem geringen, von der Voitschen Normalzahl so weit abweichenden Zahlen müssen wir uns freilich fragen, ob diese im Experiment gefundene geringe Eiweifsmenge für wirklich praktische Ernährungsverhältnisse Bedeutung haben soll, oder ob sie nur beweisen soll, dafs es überhaupt möglich ist, das Eiweifsquantum auf kurze Zeit ohne Gefahr für den Körper so weit herabzudrücken. Letzteres Ergebnis beansprucht ja zweifellos hohes theoretisches Interesse, verliert in praxi aber an Bedeutung, da es in Wirklichkeit keine »normal« zusammengesetzte Nahrung gibt, die nur einige wenige Gramm Eiweifs enthält. Es scheint, als ob die Natur schon dafür gesorgt hätte, dafs bei rationeller Nahrung der Organismus an Eiweifs nicht zu verarmen braucht. So finden wir auch in der That bei den zahlreichen Zusammenstellungen, die bisher über Ernährung einzelner Personen oder bei Massenverpflegung gemacht wurden, nie derartige geringe Eiweifsmengen. Auch bei Stoffwechselversuchen mit freier oder zugeteilter Kost, welche für praktische Ernährungszwecke angestellt wurden, finden sich stets höhere Zahlen.

Freilich bieten auch diese kein einheitliches Bild, da sie unter den verschiedensten Voraussetzungen und Bedingungen gewonnen wurden, und so kommt es, dafs die so wichtige Frage nach dem nötigen Eiweifsmafs immer noch keine abschliefsende Beantwortung gefunden hat.

Daher dürfte jeder Beitrag, der auf richtiger Grundlage basiert, gerechtfertigt und der Lösung der Sache förderlich sein.

Die Versuche, die in folgendem niedergelegt werden sollen, umfassen, wie ich hier kurz andeuten will, drei Abschnitte und einen **Zeitraum von 746 Versuchstagen.**

Die drei Versuchsabschnitte sollen sich gegenseitig ergänzen, indem im ersten und dritten Abschnitt Versuche mit freigewählter Kost angestellt, im zweiten Abschnitt aber Stoffwechselversuche mit zugemessener Nahrung eingeschaltet wurden.

Bevor ich jedoch auf die eigenen Versuche zu sprechen komme, müssen wir einen Blick werfen auf die Arbeiten, welche sich mit der gleichen Frage beschäftigt haben und hier von Interesse sind.

Versuche und Resultate früherer Untersucher.

Bei der so wichtigen Frage nach einer rationellen Ernährung ist es nicht zu verwundern, dafs seit jener Zeit, in der C. Voit seinen Normalkostsatz aufstellte, sich zahlreiche Forscher mit der Nachuntersuchung und den weiteren Ausbau dieserDinge beschäftigten. Die Folge davon war eine solche Fülle von Litteratur, dafs es jetzt nach 27 Jahren bereits recht schwer ist, sich durch dieses Labyrinth hindurchzufinden. Dazu kommt, dafs von den einzelnen Untersuchern, um zum Ziele zu gelangen, verschiedene Wege eingeschlagen wurden, welche leider vielfach Fehlerquellen einschlossen, die die Arbeit nur wenig oder gar nicht zu fördern vermochten.

Wenn wir uns kurz die bekannten Methoden, die zur Ermittelung des Kostmafses führen können, vergegenwärtigen, so sind es folgende:

1. Mittels freigewählter Kost:
   a) Bei Einzelnen oder ganzen Familien:

   Man notiert die in den freigewählten, nicht ad hoc analysierten Nahrungsmitteln, die Eiweifs-, Fett- und Kohlehydratmengen nach bekannten Analysen für längere Zeit und sieht, ob das Individuum auf seinem Körpergewicht bleibt. Daraus berechnet man den täglichen Kostsatz.*) Hierbei geht man von der

*) Nach Finkler[16a]) versteht man unter Kostmafs das Quantum, welches geliefert werden soll; unter Kostsatz dagegen die in bestimmten Fällen wirklich verwendete Nahrung.

Ansicht aus, dafs das betreffende Versuchsobjekt instinktiv die richtige und genügende Nahrung zu sich nimmt.

b) Man läfst eine bestimmte Person von einer zu diesem Zwecke analysierten bestimmten Nahrung willkürlich genügende Mengen essen und sieht, ob das Individuum auf seinem Stickstoffgleichgewicht bleibt.

2. Mittels zugemessener Nahrung:

a) Bei gröfseren Menschenmassen:

Es werden z. B. in Gefängnissen, Krankenhäusern, Internaten, Kasernen die in den Kostsätzen enthaltenen Mengen an Eiweifs, Fett und Kohlehydraten addiert und auf den Kopf berechnet.

b) Bei einer Person oder einem Tier:

Man gibt pro die eine bestimmte Menge genau analysierter Nahrungsmittel und sieht, ob das betreffende Individuum auf seinem Stickstoffgleichgewicht bleibt.

Es ist selbstverständlich, dafs die Methoden, bei denen man sich der nicht analysierten Nahrung bedient, nicht die Beweiskraft beanspruchen können, wie die, bei denen man wenigstens die Eiweifsmengen kennt, welche man einführt, und den Stickstoff, welcher ausgeschieden wird. Aufserdem fehlt bei der nicht analysierten willkürlichen Nahrung die Kenntnis der Abfallmengen und der nicht resorbierbaren Bestandteile; endlich werden bei diesen Methoden gewöhnlich dieselben Durchschnittszahlen sowohl für Kinder als für Erwachsene benutzt.

Immerhin können solche Versuche durchaus brauchbar sein, und wir müssen sie haben zum Vergleiche mit den im Laboratorium ausgeführten Experimenten, weil sie der Praxis entnommen sind und der Praxis wieder dienen müssen. Freilich ist dabei zu bemerken, dafs die Dauer solcher Versuche über einen langen Zeitraum sich erstrecken mufs, um damit einigermafsen die nicht zu vermeidenden Fehler kompensieren zu können.

Experimentelle Versuche im Laboratorium, bei denen die Stickstoffbilanz untersucht werden soll, dürfen dafür kürzere Zeit dauern. Sie geben zwar exakte Resultate, sind aber allein zur Bestimmung des Kostmaſses auch nicht entscheidend, da sie den praktischen Verhältnissen gar nicht oder zu wenig Rechnung tragen. Es ist ja auch auſserordentlich schwer, einen Menschen über einen langen Zeitraum hinaus mit einer einfachen monotonen Kost zu füttern. Gern stimme ich aber Sivén[112]) S. 93 bei, wenn er behauptet, zur Lösung der Frage über die unterste Grenze des Eiweiſsbedarfs sei man gezwungen, nur den rein experimentellen Weg einzuschlagen.*)

An Stelle des Menschen ist auch vielfach das Tier, besonders der Hund als Versuchsobjekt herangezogen worden. Ohne diesen Versuchen ihren groſsen Wert absprechen zu wollen, wird man kaum ohne weiteres vom Tier auf den Menschen schlieſsen dürfen, besonders nicht in solchen Fällen, in denen es sich um Kostsätze des letzteren handelt.

Ist die Methodik also an sich schon ein Faktor, durch den die Resultate recht verschieden ausfallen können, so kommen noch eine Reihe Momente hinzu, welche geeignet sind, auch die aus den Arbeiten gezogenen Schlüsse in ganz anderem Lichte erscheinen zu lassen.

Einen der wichtigsten Punkte bildet hier die Nichtbeachtung des Körpergewichtes bei den Versuchspersonen. Teilweise findet man dasselbe überhaupt nicht angegeben; in vielen Fällen ist es zwar angegeben, man hat aber unterlassen, die gefundenen Zahlen auf das Normalgewicht von 70 Kilo zu berechnen. Daraus ergeben sich allerlei Trugschlüsse. So wurden z. B. von Scheube[106]) drei Versuche mit Japanern angestellt, welche im Durchschnitt 89 g Eiweiſs erhielten und sich damit

*) C. Voit gründete bekanntlich seinen Normalkostsatz auf die Erfahrungen, die er unter praktischen Verhältnissen gemacht hatte und wandte in der Hauptsache bei der Ermittelung der Nahrungswerte die oben angedeutete Methode 1a und 2a an. Er fand für den 70 kg schweren mittelkräftigen Arbeiter 118 g Eiweiſs, 56 g Fett und 500 g Kohlehydrate, Werte, welche im allgemeinen bisher als maſsgebend gegolten haben und gelten.

im Gleichgewicht befanden. Das Ergebnis lautete, dafs die Versuchspersonen mit sehr geringen Eiweifsmengen auskamen. Berechnet man aber die Eiweifsmenge auf 70 Kilo (die Japaner wogen im Durchschnitt nur 51 Kilo), so erhält man 126 g Eiweifs, also noch mehr wie Voit angibt. Ganz ähnlich verhält es sich mit den Versuchen von Mori[65]) und Kellner und Mori[46]) und Kumagava[53]). Sie kommen ebenfalls zu dem Schlufs, dafs die japanische Kost sehr eiweifsarm, aber zur Erhaltung im Gleichgewicht genügend ist. Die Berechnung auf 70 Kilo Körpergewicht ergibt aber 147 resp. 129 resp. 131 g Eiweifs pro die. Dann ist es nicht wunderbar, wenn die Nahrungsbilanz positiv ist, doch von eiweifsarmer Nahrung kann nicht mehr die Rede sein. Studemund[118]) berichtet über die Ernährungsverhältnisse einer Menge Soldaten, welche 113 g Eiweifs erhielten und an Gewicht zunahmen. Er schlofs daraus, dafs Voits Kostmafs zu hoch sei. Das Durchschnittsgewicht der Soldaten, von 61,2 auf 70 kg berechnet, ergab aber eine tägliche Eiweifseinfuhr von 127 g, also auch wesentlich mehr, als Voit fordert.

Eine weitere Erschwerung für die richtige Deutung der Ergebnisse ist der Umstand, dafs oft keine Angaben vorliegen, ob die Nahrung analysiert oder nicht analysiert, willkürlich oder zugemessen verabreicht wurde; ferner fehlt oft die Angabe der Versuchsdauer, in sehr vielen Fällen auch die des Körpergleichgewichts- resp. Stickstoffgleichgewichtszustandes. Vereinzelt hielt man es sogar für genügend, nur das Befinden nach dem Versuch zu registrieren.

Sehr wenig zuverlässig sind ferner die Mitteilungen über den Verbrauch an Bier und anderen Alkoholicis. Offenbar hat man diese spirituösen Getränke in den meisten Fällen überhaupt nicht als bedeutungsvoll für die Ernährung angesehen und deshalb nicht berücksichtigt. Und doch wissen wir, dafs, ganz abgesehen von der eiweifssparenden Kraft des Alkohols, gröfsere Mengen Biers vermöge des Gehaltes an Kohlehydraten die Kalorienmenge erheblich zu steigern vermögen. In Erwägung dieser wichtigen Thatsache hat auch Prausnitz[118]) in einem Referat

der Studemundschen Arbeit[118]) moniert, dafs der Bierkonsum nicht verrechnet worden war.

Zu berücksichtigen bleibt endlich noch ein Punkt, welcher, mit ganz wenig Ausnahmen, in sämtlichen bisherigen Arbeiten dieser Art vernachlässigt wurde. Es ist die Angabe über das Verhältnis zwischen der eiweifshaltigen und eiweifsfreien Nahrung. Um eine brauchbare und einwandsfreie Vergleichung zwischen beiden anstellen zu können, ist es nach Rubner[103]) S. 135 zunächst notwendig, jedesmal zu berechnen, wie viel von dem Gesamtkraftwechsel auf den Wärmewert des Eiweifses, des Fettes und der Kohlehydrate kommt. So fallen nach seinen Ausrechnungen von 100 Kalorien auf:

	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
beim Säugling	16	43	41
bei Kindern . . . . : .	16,6	31,7	51,6
» Erwachsenen . » leichterer Arbeit } . .	19,2	29,8	51,0
» mittlerer Arbeit . . .	16,7	16,3	66,9
» schwerer Arbeit . . .	18,8	17,9	61,9.

Alsdann wird die Summe des Fettes und der Kohlehydrate in Beziehung gesetzt zur Menge des Eiweifses. Hierbei ergibt sich, dafs die eiweifsfreien Körper zum Eiweifs in einem ziemlich konstanten Verhältnis stehen und zwar macht das Eiweifs nach obiger Berechnung 16—19,2% aus.

Zur richtigen Beurteilung des Prozentverhältnisses ist es durchaus notwendig, die isodynamen Mengen der beiden stickstofffreien Nahrungsbestandteile vorher auszurechnen, da man andernfalls ein ganz unrichtiges Bild vom Verhältnis der eiweifshaltigen und eiweifsfreien Substanz bekommen würde. Um bei dem Rubnerschen Beispiel zu bleiben, so würde jemand, der das eine Mal 118 g Eiweifs und 273 g Fett und das andere Mal 118 g Eiweifs und 628 g Kohlehydrate zu sich nähme, im ersten Falle eine Nahrung vom Prozentverhältnis 1:2,3, im andern Falle eine solche vom Prozentverhältnis 1:5,3 erhalten, während er in Wirklichkeit isodynam absolut dieselbe Menge Kalorien erhält.

Schliefslich sei noch erwähnt, dafs die Resorptionsgröfse der einzelnen Nahrungsmittel überhaupt nur dreimal in Betracht gezogen wurde. Dasselbe gilt auch für die Angaben über den Preis der Nahrungsmittel und des Kostsatzes, obwohl neben dem Interesse an dem Wert der Nahrung auch die rein praktische Seite bei der Aufstellung von Kostsätzen gefördert werden könnte.

Aus dem eben Angeführten geht hervor, dafs eine Reihe von wichtigen Dingen bei vielen Arbeiten nicht in Betracht gezogen wurden, wodurch der Überblick und der Vergleich des Ganzen erschwert wird.

In den Grenzen, in denen es überhaupt möglich war, das ganze überreiche Material der Übersichtlichkeit näher zu bringen, habe ich die mir zugänglichen, wichtigeren Arbeiten zusammengestellt und, soweit es ging, einheitlich berechnet.

Es wurden herangezogen die Arbeiten von 43 Autoren über 134 Einzelpersonen und 245 Versuchen: ferner die Arbeiten von 18 Autoren über 39 Vereinigungen (Familien, Gruppen, Krankenhäuser, Speiseanstalten, Kasernen, Gefängnisse, Konvikte, Spitteln, Haushaltungsschulen und Volksküchen mit 62 Versuchen, und endlich die Arbeiten von 10 Autoren, welche bestimmte Kostmafsforderungen aufstellten, ohne vorher Experimente ausgeführt zu haben. Im ganzen sind also zur Darstellung gebracht: 173 Experimente an Einzelpersonen, Familien u. s. w. mit 307 Einzeluntersuchungen.

Berechnet wurden unter Berücksichtigung des Körpergewichtes von 70 Kilo:

> Das Eiweifs, das Fett, die Kohlehydrate, die Kalorien, das Eiweifs pro Kilo, die Kalorien pro Kilo, die Mengen des Eiweifses, des Fettes und der Kohlehydrate für 100 Kalorien und endlich das Verhältnis zwischen der eiweifshaltigen und eiweifsfreien Kost.

Damit hoffe ich auch allen späteren Untersuchern die Übersichtlichkeit über die vielen Arbeiten erleichtert zu haben.

Tabelle I. **Zusammenstellung der wichtigsten Arbeiten über**
unter einheitlicher Berechnung

Nr. des Litteratur-Verzeichnisses	Name des Verfassers	Gefunden oder verlangt	Einzelne Personen oder Familien	Zahl der Untersuchungen	Dauer des Versuchs	Nahrung analysiert oder berechnet: freigewählt	Nahrung analysiert oder berechnet: zugemessen	Körpergewicht in kg	Eiweifs unter 118 g: Origin.	Eiweifs unter 118 g: auf 70 kg	Eiweifs über 118 g: Origin.	Eiweifs über 118 g: auf 70 kg	Eiweifs pro kg
2	Benecke	gef.	selbst	1	14	—	an.	62,5	90,0	100,8	—	—	1,5
3	Blaschko	gef.	Volksküche	—	—	—	ber.	—	—	40,7	—	—	0,58
	»	»	—	—	—	—	»	—	—	13,6	—	—	0,19
4	Böhm	gef.	Familie	—	—	ber.	—	—	—	64,0	—	—	0,91
6	Bohland u. Bleibtreu	gef.	—	69	—	—	—	62,0	93,0	105,0	—	—	1,5
	»	»	—	—	—	—	—	—	107,0	—	—	120,5	1,72
7	Breisacher	gef.	selbst	—	33	—	an.	57,0	67,3	83,0	—	—	1,01
8	Demuth	gef.	Arbeiter	—	—	ber.	—	—	—	—	—	137,3	1,96
	»	»	5 Arbeiter	—	—	»	—	—	—	—	—	134,1	1,91
	»	»	14 Pers. Familie	—	—	»	—	—	—	—	—	128,0	1,83
	»	»	10 Arbeiter	—	—	»	—	—	—	—	—	126,9	1,81
	»	»	Pfründner	—	—	»	—	—	—	—	—	122,4	1,74
	»	»	4 Pers. Familie	—	—	»	—	—	—	—	—	120,8	1,73
	»	»	Spital-Insassen	—	—	»	—	—	—	117,0	—	—	1,69
	»	»	4 Pers. Familie	—	—	»	—	—	—	108,0	—	—	1,54
	»	»	4 » »	—	—	»	—	—	—	103,7	—	—	1,49
	»	»	Pfründner	—	—	»	—	—	—	97,4	—	—	1,39
	»	«	3 Pers. Familie	—	—	»	—	—	—	95,2	—	—	1,36
	»	»	5 » »	—	—	»	—	—	—	90,9	—	—	1,30
	»	»	Pfründner	—	—	»	—	—	—	90,2	—	—	1,28
	»	»	7 Pers. Familie	—	—	»	—	—	—	89,4	—	—	1,27
	»	»	7 » »	—	—	»	—	—	—	89,1	—	—	1,27
	»	»	2 » »	—	—	»	—	—	—	81,5	—	—	1,16
	»	»	2 » »	—	—	»	—	—	—	78,2	—	—	1,11
	»	»	2 » »	—	—	»	—	—	—	69,2	—	—	0,98
	»	»	5 » »	—	—	»	—	—	—	59,6	—	—	0,85
	»	»	2 » »	—	—	»	—	—	—	58,1	—	—	0,83
	»	»	Arbeiter	—	—	—	ber.	—	—	—	—	128,4	1,83
	»	»	»	—	68	—	»	—	—	55,0	—	—	0,8
	»	»	»	—	56	—	»	—	—	60,2	—	—	0,89
	»	»	»	—	71	—	»	—	—	78,0	—	—	1,11

den täglichen Nahrungsbedarf des Menschen auf 70 kg Körpergewicht.

Tabelle I.

Fett		Kohle-hydrate		Kalorien			Auf 100 Gesamt-Kalorien entfallen von			Verhältnis der N-haltigen zur N-freien Nahrung	N-Gleichgewicht, Ansatz oder Verlust	Bemerkungen
Original	auf 70 kg berechn.	Original	auf 70 kg berechn.	Original	auf 70 kg berechn.	pro kg	Eiweifs	Fett	Kohle-hydr.			
88,4	99,0	285	321	—	2651	37,8	15,6	34,7	49,7	1 : 4,2	blieb im Gleichgewicht	
—	7,8	—	83	—	1234	17,6	13,5	5,9	80,6	1 : 2,2		Die Kost ist sowohl an E, wie an F u. an K zu gering
—	23,8	—	101	—	695	9,9	8,0	31,9	60,1	1 : 9,6		
—	25,0	—	366	—	2095	29,9	12,4	11,1	86,5	1 : 6,1		Kost ist zu gering
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
60,5	74,0	494	665	—	3755	53,6	9,2	20,8	70,0	1 : 8,9	Gewicht nimmt zu	Verf. hält diese Mengen für ausreichend
—	89,1	—	590	—	3811	54,4	14,7	21,7	63,6	1 : 4,9		
—	53,7	—	559	—	3341	47,7	16,4	15,0	78,6	1 : 4,6		Der Verf. findet überall da einen Mangel in der Ernährung und dem Kräftezustand, wo die Eiweifsmenge unter 90 g sinkt, selbst wenn die Menge der Kalorien eine genügend grofse ist
—	82,2	—	663	—	4006	57,2	13,1	19,0	67,9	1 : 5,8		
—	79,2	—	531	—	3602	51,4	14,4	20,2	65,4	1 : 4,8		
—	51,7	—	566	—	3304	47,2	15,1	14,1	70,8	1 : 5		
—	57,0	—	665	—	3853	55,1	12,7	13,7	73,6	1 : 5,9		
—	61,4	—	542	—	3272	46,3	14,7	17,4	67,9	1 : 5,2		
—	63,0	—	612	—	3540	50,6	12,8	16,9	70,3	1 : 6,2		
—	58,2	—	608	—	3459	49,3	12,6	15,6	71,8	1 : 6,4		
—	58,2	—	554	—	3210	45,9	12,3	16,8	70,9	1 : 6,3		
—	56,0	—	635	—	3535	50,5	11,0	14,6	74,4	1 : 7,2		
—	76,7	—	580	—	3462	49,3	10,2	20,6	69,2	1 : 7,2		
—	40,6	—	519	—	2873	41,0	12,9	12,9	74,2	1 : 6,2		
—	53,7	—	668	—	3605	51,1	10,1	13,1	76,8	1 : 8,1		
—	46,0	—	544	—	3024	43,2	12,0	13,4	74,6	1 : 6,6		
—	41,9	—	619	—	3261	46,6	10,3	11,0	78,6	1 : 8,1		
—	46,5	—	691	—	3556	50,8	8,9	12,6	78,5	1 : 9,4		
—	54,8	—	622	—	3343	47,7	8,5	15,6	75,9	1 : 9,8		
—	43,5	—	650	—	3315	47,3	7,3	12,0	80,7	1 : 11,5		
—	35,3	—	465	—	2474	35,3	10,0	13,2	86,8	1 : 8,5		
—	116,8	—	351	—	3051	43,6	18,5	54,3	27,2	1 : 3,6		
—	130,3	—	440	—	3241	46,3	6,8	37,3	55,9	1 : 10,4		
—	147,3	—	494	—	3640	52,0	6,7	37,5	55,8	1 : 10,6		
—	155,0	—	494	—	3785	54,1	8,4	35,4	56,2	1 : 8,3		

Nr. des Litteratur-Verzeichnisses	Name des Verfassers	Gefunden oder verlangt	Einzelne Personen oder Familien	Zahl der Untersuchungen	Dauer des Versuchs in Tagen	Nahrung analysiert oder berechnet: frei gewählt	Nahrung analysiert oder berechnet: zugemessen	Körpergewicht in kg	Eiweifs unter 118 g: Origin.	Eiweifs unter 118 g: auf 70 kg	Eiweifs über 118 g: Origin.	Eiweifs über 118 g: auf 70 kg	pro kg
8	Demuth	gef.	Arbeiter	—	90	—	ber.	—	—	92,8	—	—	1,32
	»	»	»	—	28	—	»	—	—	69,0	—	—	0,98
	»	»	»	—	19	—	»	—	—	58,7	—	—	0,83
12	Eijkmann	gef.	7 Europ.	—	—	—	—	65,4	—	106,0	—	—	1,51
	»	»	5 Malaien	—	—	—	—	49	—	110,0	—	—	1,57
18	Erismann	gef.	Arbeiter	—	60 bis 90	—	ber.	—	—	—	—	131,8	1,89
	»	»	Arbeiterin	—		—	»	—	—	97,0	—	—	1,3
	»	»	Familie	—		—	»	—	—	105,0	—	—	1,5
21	Forster	gef.	Arbeiter	—	—	—	ber.	60,8	76,1	87,3	—	—	1,1
22	Forster	gef.	Spital-insass.	—	—	—	ber.	52 bis 56	79,0	102,0	—	—	1,46
	»	»		—	—	—	»		91,0	118,0	—	—	1,68
22	Forster	gef.	Arbeiter	—	—	ber.	—	—	—	—	—	132,6	1,89
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	—	—	131,0	1,87
	»	»	Arzt	—	—	»	—	—	—	—	—	126,6	1,81
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	—	—	134,4	1,92
23	Friedmann	gef.	Gefängn.-insassen	—	—	—	ber.	—	—	84,0	—	—	1,2
	»	»		—	—	—	»	—	—	109,0	—	—	1,56
27	Hamilton	gef.	2 Männer	—	—	—	—	63	81,0	90,0	—	—	1,3
	und Bowie	»	»	—	—	—	—	74	81,0	80,1	—	—	1,15
28	Hartmann	gef.	Selbst	52	Jeder Vers. 10=531	—	ber.	71-63	—	113	—	—	1,61
	»	»	»	—		—	»	—	—	—	—	257	3,67
	»	»	»	—	—	—	»	63-70	—	—	—	150	2,14
33a	Hirschfeld	gef.	Selbst	—	8	—	—	73	29,1	27,9	—	—	0,39
	»	»	»	—	8	—	—	73	43,5	41,7	—	—	0,59
33	Hirschfeld	gef.	Selbst	—	15	—	ber.	73	38,9	37,3	—	—	0,53
	»	»	»	—	10	—	—	73	38,4	37,2	—	—	0,53
32	Hirschfeld	for.	—	—	—	—	—	70	110	—	—	—	1,57
30	Hirschfeld	for.	—	—	—	—	—	70	110	—	—	—	1,57
34	Hitzig	gef.	Krankenhausins. I., II., III. Kl.	—	—	—	ber.	—	—	—	—	212	3,0
	»	»		—	—	—	»	—	—	—	—	165	2,35
	»	»		—	—	—	»	—	—	—	—	128	1,83

Fett		Kohlehydrate		Kalorien			Auf 100 Gesamt-Kalorien entfallen von			Verhältnis der N haltigen zur N freien Nahrung	N-Gleichgewicht, Ansatz oder Verlust	Bemerkungen
Original	auf 70 kg berechn.	Original	auf 70 kg berechn.	Original	auf 70 kg berechn.	pro kg	Eiweiſs	Fett	Kohlehydr.			
—	145,7	—	440,7	—	3542	50,6	18,2	35,8	51,0	1 : 6,3		
—	103,6	—	501,4	—	3301	47,1	8,2	28,0	63,7	1 : 8,7		
—	90,5	—	554,4	—	3312	47,5	8,2	31,3	60,5	1 : 10,9		
—	89,0	—	284,0	—	2660	38,0	16,8	31,9	51,8	1 : 3,5	Das Körpergewicht bleibt dasselbe	
—	45,0	—	673	—	3588	51,2	12,6	11,4	76,1	1 : 6,5		
—	79,7	—	583	—	3174	45,3	17,0	23,4	59,6	1 : 5	Guter Ernährungszustand	Erismann hält bei Berücksichtig. d. Verdaul. Fett u Kohlehydr. f. genüg. nicht aber die Eiweiſsmeng.
—	51,3	—	486	—	2864	70,9	18,9	16,5	69,6	1 : 5,5		
—	49,1	—	488	—	2887	71,2	14,9	15,7	69,4	1 : 5,1		
22,8	26,0	33,4	38	—	754	10,8	47,3	32,0	20,7	1 : 0,7		Nahr. zu gering
49,0	63,0	266,0	345	2152	2418	34,5	17,3	24,2	58,5	1 : 4		Forster hält die Nahr. f. zu gering; Rubner dagegen für genügend
45,0	59,0	332,0	340	—	2426	34,7	19,8	22,6	42,4	1 : 3,4		
—	95,3	—	421,8	—	3050	43,6	17,7	28,7	53,6	1 : 4	Genügende Nahrung	
—	67,6	—	494,0	—	3175	45,4	16,9	19,9	63,2	1 : 4,3		
—	88,8	—	361,8	—	2823	40,3	18,2	29,3	52,5	1 : 3,5		
—	102,0	—	291,7	—	2691	38,4	20,4	35,2	44,4	1 : 2,9		
—	44,0	—	390,0	—	2352	33,6	18,8	17,4	63,8	1 : 5,1	Ungenügend	
—	20,0	—	680,0	—	3420	48,8	13,1	5,4	81,5	1 : 6,4	Genügend	
69,5	77,0	230,5	257,0	1923	2138	30,5	17,2	33,5	59,3	1 : 3,7	Nahezu im Gleichgewicht	
69,5	66,0	230,5	219,0	1923	1839	25,9	17,7	29,5	52,8	1 : 3,6	Ungenügend	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Gewichtsverlust	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Zunahme	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	»	Hirschfeld zieht daraus d. Schluſs, daſs man mit so gering. Eiweiſsmeng. kürzere Zeit auskmt.
135,0	126,0	268,0	259,0	2852	2734	39,0	4,2	42,8	52,8	1 : 13,7	Ungenügend	
165,0	158,0	354	158,0	3462	3319	47,7	5,2	43,9	50,9	1 : 7,5	Nahezu Gleichgewicht	
172,0	165,0	358,3	343,0	—	3111	44,4	4,5	49,6	45,9	1 : 13,7	Gleichgew. u. Ansatz	Leistungsfähigk. nicht herabgesetzt
173,0	166,0	398,0	382,0	—	3765	53,8	4,8	41,0	55,0	1 : 14,7		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	100,0	—	400,0	—	3021	43,0	14,9	30,7	54,4	1 : 4,5		Forderung für Gesunde
—	272,0	—	523,0	—	5547	79,2	15,6	45,6	38,8	1 : 3,7	Genügend	
—	214,0	—	427,0	—	4608	65,8	19,9	43,2	36,9	1 : 3,9		
—	85,0	—	425,0	—	3433	49,0	15,3	23,1	61,6	1 : 4		

Nr. des Litteraturverzeichnisses	Name des Verfassers	Gefunden oder verlangt	Einzelne Personen oder Familien	Zahl der Untersuchungen	Dauer des Versuchs in Tagen	Nahrung analysiert oder berechnet		Körpergewicht in kg	Eiweifs				
									unter 118 g		über 118 g		pro kg
						frei gewählt	zugemessen		Origin.	auf 70 kg	Origin.	auf 70 kg	
35	Hoch	gef.	Selbst	—	—	—	—	—	—	107,6	—	—	1,5
	»	»	Steinhauer	—	—	—	—	—	—	93,3	—	—	1,3
	»	»	Schuhm.	—	—	—	—	—	—	98,0	—	—	1,4
39	Hultgren u. Landergren	gef.	9 Arbeiter	11	8	ber.	—	56-75	—	—	—	134,0	1,9
		»	»	—	8	»	—	—	—	—	—	188,0	2,4
40	Hultgren u. Landergren	gef.	Direktor	—	16	ber.	—	61	—	—	115,0	133,0	1,9
		»	Praktikant	—		und	—	60	—	—	102,0	119,0	1,7
	»	»	»	—	8	anal.	—	68	—	—	122,0	126,0	1,8
	»	»	»	—	bis	»	—	79	—	—	134,0	119,0	1,7
	»	»	»	—	10	»	—	72	—	—	158,0	154,0	2,2
	»	»	»	—		»	—	96	134,0	98,0	—	—	1,4
42	Jürgensen	gef.	Arzt	—	—	ber.	—	—	—	—	—	135,0	1,9
	»	»	Frau	—	—	»	—	—	—	95,0	—	—	1,3
43	Kalle	ver.	Normalpers.	—	—	—	—	70	—	105,0	—	—	1,5
46	Kellner und Mori	gef.	Japaner	—	—	ber.	—	55	—	—	102,0	129,5	1,8
47	Klemperer	gef.	Männer	2	8	—	anal.	64	33,0	36,2	—	—	0,51
53	Kumagava	gef.	Selbst	5	35	ber.	—	48	70,0	105,0	—	—	1,5
	»	»	»	—	—	»	—	48	90,0	131,7	—	—	1,8
	»	»	»	—	—	»	—	48	58,0	84,0	—	—	1,2
	»	»	»	—	—	»	—	48	44,0	64,0	—	—	0,95
	»	»	»	—	—	»	—	48	54,0	79,5	—	—	1,13
55	Lapique und Marette	gef.	Mann	—	10	—	ber.	65	57,0	60,0	—	—	0,8
	»	»	»	—	8	—	»	73	57,1	54,7	—	—	0,78
59	Lindemann und Krause	ver.	Kranke	—	—	—	—	—	—	—	—	141,0	2,01
	»	»	Soldaten	—	—	—	—	—	—	89,5	—	—	1,2
	»	»	»	—	—	—	—	—	—	63,4	—	—	0,9
	»	»	»	—	—	—	—	—	—	32,5	—	—	0,4
60	Lusk	gef.	Selbst	—	—	—	anal.	—	—	—	—	128	1,8
	»	»	»	—	—	—	»	—	—	—	—	128	1,8
	»	»	»	—	—	—	»	—	—	50	—	—	0,7
	»	»	»	—	—	—	»	—	—	50	—	—	0,71

Fett		Kohlehydrate		Kalorien			Auf 100 Gesamt-Kalorien entfallen von			Verhältnis der N-haltigen zur N-freien Nahrung	N-Gleichgewicht, Ansatz oder Verlust	Bemerkungen
Original	auf 70 kg berechn.	Original	auf 70 kg berechn.	Original	auf 70 kg berechn.	pro kg	Eiweifs	Fett	Kohlehydr.			
—	77,0	—	378,0	—	2708	38,7	16,2	26,4	57,4	1 : 4,2	Genügende Nahrung	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	64,0	—	460,0	—	2883	41,0	13,9	20,7	65,4	1 : 5,3		
—	79,0	—	522,0	—	3430	49,0	16,0	21,4	62,6	1 : 4,4	Ansatz	
—	101,0	—	673,0	—	4469	63,8	17,3	21,9	70,8	1 : 4,1		
—	—	—	—	2800	3220	46,0	—	—	—	—	Ausreich. Ansatz	
—	—	—	—	2910	3430	49,0	—	—	—	—		
—	—	—	—	3010	3290	47,0	—	—	—	—		
—	—	—	—	3070	2730	39,0	—	—	—	—		
—	—	—	—	3370	3290	47,0	—	—	—	—		
—	—	—	—	3200	2520	36,0	—	—	—	—		
—	140,0	—	250,0	—	2872	41,0	19,2	45,3	64,5	1 : 2,8	Genügende Nahrung	
—	105,0	—	220,0	—	2268	32,4	—	—	—	1 : 3,4		
—	81,0	—	501,0	—	3338	47,6	12,8	25,2	68,0	1 : 5,5	Auskömml.	
17,0	21,7	578,0	735,0	3058	3892	55,6	10,7	52,6	36,7	1 : 5,7		
264,0	289,0	470,0	514,0	5020	5491	73,0	2,6	49,5	47,9	1 : 2,2	Gleichgewicht u. Ansatz	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		K. nimmt mit Hirschfeld an, dafs auch geringe Elweifsmengen genüg., wenn nur die Kalor. genüg. grofs sind.
5,5	7,9	472,0	688,0	—	4076	58,2	18,5	1,8	84,7	1 : 5,3	Gleichgew.	
2,4	3,4	442,0	644,0	—	3022	43,2	11,4	1,0	87,6	1 : 7,7	Hier tritt nicht Gleichgew. ein	
1,9	2,7	442,0	644,0	—	2930	41,4	8,2	0,8	91,0	1:10,1		
2,5	3,5	579,0	844,0	—	3825	54,6	9,2	0,9	89,9	1:10,6	Gleichgew.	
—	—	—	—	2728	2938	41,9	—	—	—	—	Abnahme	Merkwürdiger Widerspruch!
—	—	—	—	2623	2515	35,9	—	—	—	—	Zunahme	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		I. Form
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		II. Form
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		III. Form
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		IV. Form
—	59	3	357	—	2537	36,2	20,6	21,6	57,8	1 : 3,3	Ansatz 4 Eiw.	Der sparende Effekt der Kohlehydrate tritt recht deutlich zu Tage
—	58	—	11	—	1109	15,8	47,3	48,6	3,1	1 : 0,5	Verlust 40 »	
—	50	—	348	—	2146	30,6	9,5	26,3	64,2	1 : 7,9	» 24 »	
—	50	—	3	—	682	9,7	21,0	21,0	58,0	1 : 1	» 50 »	

Nr. des Litteratur-verzeichnisses	Name des Verfassers	Gefunden oder verlangt	Einzelne Personen oder Familien	Zahl der Untersuchungen	Dauer des Versuchs	Nahrung analysiert oder berechnet		Körpergewicht in kg	Eiweifs				
									unter 118 g		über 118 g		pro kg
						frei gewählt	zugemessen		Origin.	auf 70 kg	Origin.	auf 70 kg	
61	Manfredi	gef.	8 Italiener	—	3—7	—	anal.	51	70	96	—	—	1,3
63	Meinert	ver.	für Familien	—	—	—	—	—	—	105	—	—	1,5
	»	»	»	—	—	—	—	—	—	106	—	—	1.51
	»	»	»	—	—	—	—	—	—	—	—	128	1,73
65	Mori	gef.	Selbst	—	—	—	ber.	52	71	96	—	—	1,39
	»	»	»	—	—	—	—	—	109	—	—	147	2,1
71	Munk	gef.	Hund	—	20	—	anal.	12	34	—	—	(198)	(2,83)
74	Nakahama	gef.	Arzt	—	7	ber.	—	56	100,7	—	—	126	1,8
	»	»	Diener	—	6	»	—	52,6	86,8	115	—	—	1,64
	»	»	Klempner	—	8	»	—	77,8	82,7	73,3	—	—	1,05
	»	»	»	—	5	»	—	52,7	69,9	92,4	—	—	1,32
	»	»	Schmied	—	5	»	—	60,7	67,9	78,3	—	—	1,12
	»	»	»	—	5	»	—	68	113,0	116,0	—	—	1,66
	»	»	Militär	—	5	»	—	54,6	74,0	94,2	—	—	1,34
	»	»	»	—	4	»	—	59,5	63,5	74,4	—	—	1,06
	»	»	·	—	4	»	—	64	93,7	103	—	—	1.5
	»	»	»	—	4	»	—	59,8	113,2	—	—	131,8	1,88
	»	»	Bohrer	—	4	»	—	67,5	68,5	71,0	—	—	1,01
	»	»	»	—	4	»	—	61	80,3	91,8	—	—	1,31
	»	»	»	—	4	»	—	62	88,4	101,0	—	—	1,44
	»	»	Kadetten	—	—	»	—	—	83,0	96,0	—	—	1,37
	»	»	»	—	—	—	—	—	89,7	105,0	—	—	1,5
80	Ohlmüller	gef.	Feldarbeiter	—	—	ber.	—	—	—	—	—	181,0	2,58
82	Peschel	gef.	Selbst	—	8	—	ber.	79,5	35	29,3	—	—	0,49
84	Pettenkofer und Voit	gef.	Arbeiter	—	—	—	anal.	—	—	—	—	137,0	1,95
	»	»	»	—	—	—	»	—	—	—	—	137,0	1,95
89	Prausnitz	ver.	für Kranke	—	—	—	—	—	—	100	—	—	1,14
	»	»	»	—	—	—	—	—	—	100	—	—	1,14
90	Prausnitz	gef.	Mädchen	—	—	—	ber.	40	—	105	—	175	2,5
	»	»	Arbeiter	—	—	—	—	—	—	115	—	—	1,64
91	Rademann	gef.	Arb.-Familie	—	—	—	—	—	—	51,4	—	—	0,73

Fett Original	Fett auf 70 kg berechn.	Kohlehydrate Original	Kohlehydrate auf 70 kg berechn.	Kalorien Original	Kalorien auf 70 kg berechn.	Kalorien pro kg	Auf 100 Gesamt-Kalorien entfallen von Eiweiß	Fett	Kohlehydrat.	Verhältnis der N-haltigen zur N-freien Nahrung	N-Gleichgewicht, Ansatz oder Verlust	Bemerkungen
32	44	369	506	2097	2877	41,1	13,8	13,8	72,4	1 : 5,7	Gleichgew.	
—	53	—	517	—	3043	43,4	16,2	14,1	69,7	1 : 5,4		bei Einnahme von: 800 Mk.
—	65	—	538	—	3244	46,3	18,6	13,4	68,0	1 : 5,7		1100 »
—	78	—	573	—	3599	51,4	20,1	14,6	65,8	1 : 5,1		1500 »
12	16	396	506	—	2627	37,5	14,9	5,7	79,4	1 : 5,4	nicht genüg.	
19	25	461	620	—	4377	62,5	13,7	5,3	81,0	1 : 4,4	genügend	
88	(513)	70	(408)	—	(7255)	(103,6)	—	—	—	—	Gleichgew.	nach längerer Fortführung kränklich
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Eiweiß und Nahrung in allen Fällen genügend	Die Leute bleiben bei 10 bis 12stünd. Arbeit gesund und kräftig
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
13,7	16,3	662	772	3182	3707	45,4	10,6	16,3	88,9	1 : 8,2	genügend	
12,3	14,0	552	644	2745	3201	39,2	13,4	14,0	89,2	1 : 6,2		
—	93	—	907	—	5424	77,4	13,6	15,9	70,5	1 : 5,5		
—	—	—	—	3720	3250	46,4	—	—	—	—	Gleichgew.	bei geringer N-freier Nahrung Verlust
—	72	—	352	—	2739	39,1	20,4	24,4	55,2	1 : 8,1		bei Ruhe
—	173	—	352	—	3613	51,6	15,5	44,5	40,0	1 : 3,9		bei Arbeit
—	50	—	380	—	2014	28,8	20,3	23,8	55,9	1 : 4,3		männl. Kranke
—	50	—	325	—	1789	25,5	23,8	25,8	50,4	1 : 3,7		weibl. Kranke
74,6	131	415,2	726	—	4912	70,1	8,7	24,8	66,5	1 : 8,1	Ansatz	
—	81	—	480	—	3192	45,4	14,7	23,5	61,8	1 : 4,9		
—	3,6	—	293	—	1465	20,9	14,0	0,2	89,8	1 : 5,8	ungenügend	

Nr. des Litteraturverzeichnisses	Name des Verfassers	Gefunden oder verlangt	Einzelne Personen oder Familien	Zahl der Untersuchungen	Dauer des Versuchs	Nahrung analysiert oder berechnet: freigewählt	Nahrung analysiert oder berechnet: zugemessen	Körpergewicht in kg	Eiweifs unter 118 g: Origin.	Eiweifs unter 118 g: auf 70 kg	Eiweifs über 118 g: Origin.	Eiweifs über 118 g: auf 70 kg	pro kg
92	Ranke K. E.	gef.	Selbst	8	64	ber.	—	70	—	100	—	—	1,43
	»	»	»	—	—	—	—	70	—	—	—	138	1,37
	»	»	»	—	—	—	—	70	—	—	—	121	1,73
	»	»	»	—	—	—	—	70	—	—	—	154,0	2,20
	»	»	»	—	—	—	—	70	—	—	—	134,0	1,9
	»	»	»	—	—	—	—	70	—	106,0	—	—	1,51
	»	»	»	—	—	—	—	70	—	85,0	—	—	1,21
	»	»	»	—	—	—	—	70	—	107,0	—	—	1,5
93	Ranke K. E.	gef.	Selbst	2	28	ber.	—	73	—	—	—	137,0	1,95
	»	—	—	—	17	»	—	73	—	—	—	134,0	1,91
96	Ranke H.	gef.	Ziegelarb.	—	—	ber.	—	—	—	—	—	167,0	2,4
97	v. Rechenberg	gef.	Weber	23	—	—	—	57	65	79,8	—	—	1,13
98	Ritter	gef	Mann	—	—	—	an.	65,4	34,9	37,3	—	—	0,53
	»	—	»	—	—	—	»	86,4	55,1	44,7	—	—	0,64
99	Rosenheim	gef.	Hund	—	—	—	an.	11	25	—	—	(140)	(2,00)
101	Rumpf u. Schumm	gef.	Vegetar.	—	8	—	an.	62	74	83	—	—	1,19
106	Scheube	gef.	Japaner	3	—	ber.	—	48	74				
	»	»	»	—	—	—	—	49	85	—	—	126,0	1,8
	»	»	»	—	—	—	—	54	110				
108	Schöfer	ver.	Soldaten	—	—	—	—	70	—	—	—	120	1,72
	»	»	»	—	—	—	—	70	—	—	—	135	1,9
	»	»	»	—	—	—	—	70	—	—	—	145	2,07
	»	gef.	»	—	—	—	ber.	70	—	—	—	121	1,73
109	Schuler	ver.	Spital	—	—	ber.	—	—	—	—	—	120	1,71
111	Serafini u. Zagato	gef.	Ital. Student.	3	—	ber.	—	73	—	—	—	—	—
	»	»	»	—	—	—	—	67	—	—	—	—	—
	»	»	»	—	—	—	—	70	—	—	—	—	—
112	Seminar Bautzen	gef.	Seminarist.	—	—	—	ber.	50	95	—	—	134	1,91
115	Steffen	gef.	Bauernfam.	4	12	ber.	—	—	—	—	—	129	1,34
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	—	—	131	1,87
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	—	—	146	2,09
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	—	—	136	1,94

Fett		Kohlehydrate		Kalorien			Auf 100 Gesamt-Kalorien entfallen von			Verhältnis der N-haltigen zur N-freien Nahrung	N-Gleichgewicht, Ansatz oder Verlust	Bemerkungen
Original	auf 70 kg berechn.	Original	auf 70 kg berechn.	Original	auf 70 kg berechn.	pro kg	Eiweifs	Fett	Kohlehydr.			
—	170	—	374	—	3245	46,8	12,7	48,7	38,6	1 : 5,4		
—	162	—	351	—	3230	44,3	17,5	46,6	45,9	1 : 3,7		
—	58	—	560	—	3062	45,0	17,5	17,6	64,9	1 : 5,1		
—	173	—	325	—	3288	47,4	19,1	48,1	32,8	1 : 3,2		
—	88	—	308	—	2425	36,2	22,6	34,1	43,9	1 : 2,9	Genügende Nahrung	
—	93	—	374	—	2605	39,5	16,6	33,2	50,2	1 : 4,4		
—	65	—	237	—	1815	27,1	18,1	36,5	45,4	1 : 3,5		
—	51	—	254	—	1803	26,8	24,0	26,2	49,8	1 : 2,9		
—	162	—	351	—	3230	46,1	17,3	46,6	36,1	1 : 3,8	Genügende Nahrung	
—	162	—	372	—	3301	47,1	16,7	45,7	37,6	1 : 4		
—	117	—	675	—	4540	64,8	15,0	23,9	61,1	1 : 4,7	Ansatz	
49	62	485	595	2703	3345	47,8	10,2	17,2	72,5	1 : 8,2	Ungenüg. Nahrung	R. hält die Kalor. f. zu gering. Demuth dageg. d. Eiweifs.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Verlust	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Gleichgew.	
50	(318)	170	(1080	—	(7130)	(113,8)	—	—	—	—	Gleichgew.	Soll nach 7 — 8 Woch. gekränkelt haben.
28	31	700	790	—	3867	55,2	8,7	7,4	83,9	1 : 9,9	Ansatz	
12	16,8	452	630	—	3214	45,9	16,0	4,9	79,1	1 : 5,1	Genüg.	
—	56	—	500	—	3062	44,7	16,0	17,0	67,0	1 : 4,6		
—	68	—	500	—	3235	46,2	17,1	19,5	63,4	1 : 4,3		
—	80	—	500	—	3388	48,4	17,5	21,8	60,7	1 : 4		
—	46	—	528	—	3087	44,1	16,7	13,8	69,5	1 : 4,9	Ansatz	
—	47	—	538	—	3266	43,8	15,6	13,3	71,1	1 : 4,8	Genüg.	
—	—	—	—	2862	3193	45,6	—	—	—	—	Genüg.	
—	—	—	—	1686	2198	31,1	—	—	—	—	Ungenüg.	
—	—	—	—	21	2104	30,0	—	—	—	—	»	
75	105	350	490	—	3534	50,5	15,5	27,8	57,7	1 : 4,4	Genüg.	
—	72	—	662	—	3912	55,9	13,6	17,8	68,6	1 : 5,7	Guter Ernährungszustand	
—	63	—	538	—	3328	47,5	16,1	17,9	66,0	1 : 4,5		
—	65	—	650	—	3868	55,2	15,4	18,2	65,4	1 : 4,7		
—	67	—	697	—	4038	57,8	13,8	15,4	70,8	1 : 5,5		

Nr. des Litteratur-Verzeichnisses	Name des Verfassers	Gefunden oder verlangt	Einzelne Personen oder Familien	Zahl der Untersuchungen	Dauer des Versuchs in Tagen	Nahrung analysiert oder berechnet: frei gewählt	Nahrung analysiert oder berechnet: zugemessen	Körpergewicht	Eiweifs unter 118 g: Origin.	Eiweifs unter 118 g: auf 70 kg	Eiweifs über 118 g: Origin.	Eiweifs über 118 g: auf 70 kg	Eiweifs pro kg
112	Sivén	gef.	Selbst	7	10	ber.	—	60,8	99,5	114,0	—	—	1,63
	»	»	»	—	7	—	anal.	60,8	79,4	90,4	—	—	1,30
	»	»	»	—	3	—	»	60,8	65,2	75,0	—	—	1,07
	»	»	»	—	6	—	»	60,8	64,6	74,3	—	—	1,06
	»	»	»	—	6	—	»	60,8	54,2	62,4	—	—	0,89
	»	»	»	—	6	—	»	60,8	39,1	45,0	—	—	0,64
	»	»	»	—	4	—	»	60,8	28,3	32,5	—	—	0,46
	»	»	»	—	7	—	»	60,8	15,2	17,5	—	—	0,25
114	Stastay	verl.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	139	1,78
	»	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	127	1,81
	»	»	—	—	—	—	—	—	—	—	—	123	1,75
116	Steinheil	gef.	Arbeiter	—	—	ber.	—	—	—	—	—	132,8	1,91
118	Studemund	gef.	Rekruten	47	92	—	ber.	61,2	113	—	—	127	1,8
124	Voit	gef.	Magen-	—	—	—	—	43	77	—	—	125	1,78
	»	»	kranke	—	—	—	—	57	118	—	—	145	2,12
125	Voit	gef.	Vegetar.	—	—	—	—	57	54,2	66,6	—	—	0,95
	»	»	»	—	—	—	—	74	54,2	51,3	—	—	0,73
128	Wörrishöfer	gef.	Familien	15	—	ber.	—	—	—	80	—	—	1,14
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	88	—	—	1,25
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	105	—	—	1,5
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	88	—	—	1,25
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	—	—	120	1,71
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	101	—	—	1,44
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	116	—	—	1,66
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	96	—	—	1,37
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	83	—	—	1,18
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	97	—	—	1,61
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	104	—	—	1,48
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	—	—	127	1,81
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	113	—	—	1,61
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	95	—	—	1,36
	»	»	»	—	—	»	—	—	—	97	—	—	1,61

Fett		Kohlehydrate		Kalorien			Auf 100 Gesamt-Kalorien entfallen von			Verhältnis der N haltigen zur N freien Nahr.	N-Gleichgewicht, Ansatz oder Verlust	Bemerkungen
Original	auf 70 kg berechnet	Original	auf 70 kg berechnet	Original	auf 70 kg berechnet	pro kg	Eiweifs	Fett	Kohlehydr.			
103	118	257	295	2585	2966	42,1	15,7	36,9	52,6	1 : 3,6		
113	129	249	285	2479	2844	40,6	12,9	42,6	54,5	1 : 4,6		
117	134	266	305	2493	2861	40,9	10,7	43,5	54,2	1 : 5,9		
115	132	256	294	2505	2873	41,0	14,1	42,3	43,6	1 : 5,8	Gleichgewicht	
113	130	268	307	2486	2852	40,7	8,9	42,3	48,8	1 : 7,0		
116	133	284	326	2477	2842	40,6	6,4	43,5	50,1	1 : 12,0		
51	58	290	333	2444	2821	40,3	4,3	19,1	76,6	1 : 11,9		
—	—	399	458	2441	2820	40,3	—	—	—	—	Verlust	
—	68	—	516	—	3318	47,4	17,1	19,0	63,9	1 : 4,1		Volle Kost
—	59	—	495	—	3099	44,2	16,8	17,7	65,5	1 : 3,5		Leichte Kost
—	55	—	378	—	2565	36,6	19,6	20,3	60,1	1 : 3,4		Für Kranke
—	113	—	634	—	4192	59,9	13,0	24,8	62,2	1 : 5,6		
—	54	—	551	—	3282	46,9	15,8	15,3	68,9	1 : 4,7	Ansatz	
32	52	183	298	1363	2117	30,2	23,7	22,7	53,6	1 : 1,8		Voit gibt die Nahrung als zu gering an; aber auf 70 kg berechnet, ist sie gewifs gen.
45	55	437	536	2218	3303	47,2	17,9	15,5	66,3	1 : 4		
22	29	557	683	2526	3102	44,3	8,8	8,8	82,4	1 : 10,5	Genügend	
22	20	557	526	2526	2389	34,1	8,7	7,7	83,4	1 : 10,7	Nicht genüg.	
—	45	—	309	—	2013	28,7	15,7	11,9	72,4	1 : 4		
—	47	—	373	—	2327	33,2	16,3	17,5	66,2	1 : 4,7		
—	65	—	327	—	2375	33,9	19,0	24,9	56,5	1 : 3,7		
—	68	—	311	—	2484	32,4	16,6	27,3	56,1	1 ; 4,3		
—	66	—	908	—	4827	68,9	10,7	14,4	74,9	1 : 8,1		
—	67	—	353	—	2737	35,5	17,5	24,5	58,0	1 : 4,1		Der Verfasser wünscht mehr Eiweifs
—	88	—	367	—	2403	39,1	15,7	29,5	65,0	1 : 3,9		
—	53	—	350	—	2030	34,3	14,8	20,0	65,2	1 : 4,2		
—	47	—	306	—	2650	29,0	15,0	19,8	67,2	1 : 4,2		
—	54	—	427	—	2819	37,8	17,7	15,8	65,5	1 : 4,9		
—	55	—	459	—	3246	40,2	16,4	18,5	64,1	1 : 4,9		
—	66	—	515	—	2902	46,3	15,9	18,1	66,0	1 : 4,6		
—	56	—	468	—	2526	41,4	15,8	19,4	64,8	1 : 4.6		
—	53	—	403	—	2525	34,6	15,7	14,7	69,6	1 : 4,8		
—	41	—	426	—	—	34,6	15,7	15,0	69,3	1 : 4,8		

Die Berechnung auf Resorptionseiweifs habe ich unterlassen, weil ich fürchtete, dafs zu grofse Fehler dabei herausspringen würden, denn man kennt eben meist nicht die Zusammensetzung der verwendeten Nahrungsmittel, oft sogar nicht einmal die Nahrungsmittel. Nur bei Demuth[8]), Breisacher[7]) und Kumagava[53]) ist die Resorptionsgröfse angegeben.

Bei der Betrachtung der Resultate der Arbeiten kann man ungezwungen die Versuche in zwei oder drei Abteilungen teilen:

1. Solche Versuche, bei denen die Autoren über 118 g Eiweifs fanden,
2. solche Versuche, bei denen die Autoren unter 118 g Eiweifs fanden,
3. solche Versuche, welche von vornherein mit Voits Anschauung übereinstimmten.

Hieraus ergibt sich folgende interessante Zusammenstellung:

Von den 245 Versuchen an einzelnen Personen wurden

bei 144 Versuchen unter 118 g Eiweifs verbraucht = 58,7 %,
» 101 » über 118 g Eiweifs » = 41,3 %.

Von den 62 Versuchen an Familien u. s. w. wurden

bei 37 Familien unter 118 g Eiweifs verbraucht = 59,7 %,
» 25 » über 118 g Eiweifs » = 40,3 %.

Zusammen:

Von 307 Versuchen wurde also in

181 Fällen das Voitsche Eiweifsmafs nicht erreicht = 58,9 %,
126 » » » » überschritten = 41,1 %.

Bei den Versuchen, deren Eiweifszahlen unter 118 g liegen, ist das Mittel 151,3 g pro die.

Bei den Versuchen, deren Eiweifszahlen über 118 g liegen, ist das Mittel 80,2 g pro die.

Das Gesamtmittel aller 307 Versuche ist 109,7 g Eiweifs pro die

Das ist eine Zahl, welche der Voitschen Forderung ziemlich nahekommt. Dafs sie unter 118 liegt, dürfte

sich dadurch erklären lassen, daſs der gröſste Teil der Versuchspersonen keine oder nur leichtere Arbeit verrichtet hat.

Es kann nun nicht meine Aufgabe sein, alle 307 Versuche einer Besprechung zu unterziehen, dies würde aus dem Rahmen dieses Themas herausfallen, und auſserdem sind diese Arbeiten von anderen Autoren schon mehrfach durchgesprochen. Nur auf einiges Wenige möchte ich noch das Augenmerk lenken.

Es sind in erster Linie die ungeheueren Schwankungen in der Zufuhr von Eiweiſs. Die niedrigsten Eiweiſsmengen, mit denen der Organismus einige Zeit im N-Gleichgewicht geblieben ist, finden wir bei Peschel[82]) und Sivén[112 a]). Peschel gebrauchte — auf 70 Kilo berechnet — 29,3 g; Sivén in einem auſserordentlich exakten Versuch 30,1 g Eiweiſs (0,7 g N pro Kilo und Tag).

Die höchsten Eiweiſszahlen finden wir bei Hartmann[28]) mit 257 g und bei Hitzig[34]) mit 212 g. Solche Mengen stehen freilich nur vereinzelt da. Bei Hartmann mag es Zufall sein, bei Hitzig war es eine besonders ausgesuchte eiweiſs-, fett- und kohlehydratreiche Kost mit 5547 Kalorien, die wir sonst in der normalen Nahrung nie anzutreffen pflegen.

Es ist selbstverständlich, daſs die nach unten und nach oben extremsten Mengen für die Aufstellung von allgemein gültigen Kostsätzen keine Bedeutung haben. Die ersteren würden, wenn man sie überhaupt auf die Dauer beibehalten wollte, zur Verarmung des Körpers an Eiweiſs führen (vgl. Munk[71]) und Rosenheim[99])), letztere dagegen würden des teuren Preises wegen für die groſse Maſse nicht zu beschaffen sein.

Im allgemeinen nähern sich auch die, aus praktischen Verhältnissen heraus entstandenen und gefundenen Zahlen mehr der Zahl 100, welche bei leichter Arbeit wahrscheinlich die richtige nötige Menge angeben dürfte (vgl. auch Munk[73]).

Besondere Beachtung verdienen in dieser Beziehung die Arbeiten von Steffen[115]), Wörrishöfer[128]), Studemund[110]), Rechenberg[97]), Erismann[18]), Hultgren und Landergren[40]), welche ihre Erfahrungen an einer gröſseren Anzahl von

Personen machten, und aufserdem die vorzügliche Arbeit von Demuth[8]), der während einer vieljährigen Beobachtungszeit an mehreren Einzelnen und 14 verschiedenen Familien die Nahrungsbedürfnisse und das notwendige Kostmafs feststellte. Wenn auch hier die Mengen des Eiweifses, des Fettes und der Kohlehydrate auf empirischem Wege gefunden wurden, so sind doch die Thatsachen in einer für die Praxis kaum exakter auszuführenden Weise zusammengetragen und verwertet, so dafs die Ergebnisse volle Beachtung beanspruchen dürfen.

Demuth schliefst, dafs die Personen, welche 90—117 g Roheiweifs = 75—102 g Nettoeiweifs erhielten, genau so frisch und gesund waren wie solche, welche 120—137 g Roheiweifs = 105 g bis 117 g Nettoeiweifs genossen. Nur dort ist ein Mangel in der Ernährung bemerkbar, wo die Eiweifsmenge unter 90 g resp. unter 75 g Resorptionseiweifs sinkt.

Wörrishöfer erhielt bei der Kostuntersuchung von 15 Familien 114 g Eiweifs. Da alle Personen an Gewicht zunahmen, so dürfte die notwendige Grenze hier noch etwas tiefer gelegen haben. Auch Studemund fand, dafs die Soldaten in 90. Infanterieregiment in Rostock bei ihrer Arbeit bequem mit 110 g Eiweifs auskommen konnten.

Zeigen uns auch die Berechnungen von Steffen, welcher bei vier Bauernfamilien einen täglichen Verbrauch von 132 g Eiweifs fand, und die Betrachtungen von Hultgren und Landergren, die bei sechs einzelnen Personen ebenfalls im Mittel ca. 132 g Eiweifs pro die ermittelten, dafs in der That in Kostsätzen wesentlich höhere Eiweifswerte wie die Voitschen vorkommen können, so beweisen anderseits die wertvollen Untersuchungen von Rechenberg an sehr zahlreichen Handweberfamilien in der Amtshauptmannschaft Zittau, dafs bei einer durchschnittlichen Menge von 79 g — auf 70 Kilo berechnet — die Leute sich im allgemeinen wohl befinden, wenn freilich ihr Aussehen schlecht und kümmerlich ist. Da die ganze Nahrung im Durchschnitt 3345 Kalorien pro Person betrug, so mufs dieselbe in dieser Beziehung als genügend angesehen werden, und es würde hier die Auffassung Rechenbergs, wonach eine

Nahrung nicht nach dem Eiweifs beurteilt werde, wenn sie nur sonst ausreichend sei, eine Stütze finden. Das schlechte Aussehen, welches Demuth als Folge einer zu geringen Eiweifseinfuhr auffafst, hat gewifs seine Ursache auch in den schlecht gelüfteten kleinen Holzstuben, in denen die Leute wohnen, und in der geringen Bewegung, die sie sich im Freien verschaffen können.

Dafs es nicht auf die Eiweifsmenge allein ankommt und dieselbe auch unter der Voitschen Norm heruntersinken kann, beweisen eine Reihe anderer Untersuchungen an einzelnen Personen: So fand Nakahama[74]) bei sechs Personen in 13 Versuchen — auf 70 kg berechnet — nur im Durchschnitt 85 g Eiweifs für nötig, wobei die Leute trotz 10—12 stündiger Arbeit gesund und kräftig blieben. Hoch[35]) stellte bei sich selbst und zwei kräftig arbeitenden Leuten einen nötigen Eiweifskonsum von 97 g im Durchschnitt fest. Pflüger, Bleibtreu und Bohland[6]) fanden bei kräftigen Männern 95 g genügend. Kumagava[53]) und Hirschfeld[33]) konnten sogar zum Teil sich selbst, zum Teil andere Personen mit 50—60 g Eiweifs und genügender anderer Ernährung im Gleichgewicht erhalten und noch sogar etwas Ansatz erzielen, ohne dafs die Leistungsfähigkeit vermindert worden wäre. Auch die Arbeiten von Forster[22])[21]), Meinert[63]) und Manfredi[61]), welche — auf 70 kg berechnet — einen Eiweifsgehalt in der Nahrung von 87 g und 102 g, 105 g und 106 g, und 96 g fanden, beweisen, dafs das Gleichgewicht nicht gestört und die Leistungsfähigkeit nicht herabgesetzt zu werden braucht.*)

Hierbei war allerdings in vielen Fällen von wesentlicher Bedeutung, wie grofs die Fett- und Kohlehydratzufuhr neben der Eiweifsmenge war, d. h. mit anderen Worten, ob die Gesamtkalorien den normalen Anforderungen entsprachen.

*) Ähnliches berichtet auch Breisacher[7]). Er nahm während eines 33 tägigen Versuchs nur 83 g Eiweifs — auf 70 kg berechnet — zu sich, allerdings auch erhebliche Mengen Kohlehydrate, so dafs die Kalorienzahl 53,6 per Kilo ausmachte. Sein Gewicht nahm zu, so dafs er für sich die Nahrung für ausreichend hielt.

Es werden in der Regel

bei leichter Arbeit und Ruhe	33—35	Kalorien pro Kilo,
» mittlerer » » »	42—45	» » »
» schwerer » » »	50—55	» » »

gefordert. Überblicken wir die Kalorienmengen der oben angegebenen Arbeiten, so finden sich bei Hoch 38,7 und 41 K., bei Kumagava 58, 43, 41 und 54 K., bei Hirschfeld 44,4 und 53,8 K., bei Forster 43,6, 45,4 und 40,3 K., bei Meinert 43,4, 46,3 und 51,4 K. und endlich bei Manfredi 41,1 K. pro Kilo.

Damit dürfte gezeigt sein, dafs in der That diese Nahrung als genügend angesprochen werden kann.

Dies mag auch als Fingerzeig dafür gelten, wie wichtig in der Nahrung das Verhältnis zwischen der N-haltigen und N-freien Nahrung ist. Ebenso wie in der Auswahl der Nahrungsmittel, der Abwechslung und Menge der aufgenommenen Nahrung ein instinktives Gefühl das Richtige hat herausfinden lassen, so verhält es sich auch bei der Menge der Eiweifskörper zu den eiweifsfreien Nahrungsmitteln.

Wie oben bereits angedeutet wurde, sollen sich normalerweise die Mengen der ersteren zur Menge der anderen wie 1 : 5 bis 1 : 6 verhalten. In der That ergibt auch das Mittel aus den Verhältniszahlen aller 307 Untersuchungen 1 : 5,2. Es kommen freilich auch Schwankungen vor, wie die doppelte und noch gröfsere Menge der eiweifsfreien Körper beweist. In Hirschfelds Selbstversuchen[33]) ist das Verhältnis 1 : 13,7 resp. 1 : 14,7. Das sind aber Ausnahmefälle, die ebenso selten vorkommen wie die bei den Untersuchungen von Lusk[60]) gefundenen Zahlen 1 : 0,5 resp. 1 : 1, bei denen die Eiweifsmenge sogar die eiweifsfreie Kost überwog. Trotzdem konnte in diesen beiden resp. vier Fällen das Gleichgewicht erhalten werden, und alle Versuchspersonen hatten sich während der Dauer des Versuches eines N-Ansatzes zu erfreuen. Hieraus kann abgeleitet werden, dafs, ähnlich wie das Eiweifsquantum nicht eine bestimmte Menge von 100 oder 118 g immer repräsentieren mufs, so braucht

auch das Verhältnis der N-freien zur N-haltigen Kost nicht stets 1:5 oder 1:6 zu sein, wenngleich das gefundene Durchschnittsmafs wohl auch das rationellste ist.

Ohne auf die vielen interessanten Thatsachen, die sich aus der Zusammenstellung der Arbeiten ergeben haben, genauer eingehen zu können, will ich kurz noch die extremsten der gefundenen Werte für Fett und *) Kohlehydrate angeben:

Die niedrigsten Werte für Fett fand Kumagava[53]) mit 3,5 g pro die bei einem Selbstversuch und Blaschko[3]) mit 7,8 g bei einem Mann der Volksküche.

Kumagava erhielt aber nebenbei 844 g Kohlehydrate und reichte dann mit seiner Nahrung aus. In der Volksküche gab es aber nur 83 g Kohlehydrate, woraus Blaschko schliefsen mufste, dafs die Nahrung zu gering sei.

Die höchsten Werte für Fett sind in einem Krankenhaus-Kostsatz von Hitzig[34]) angegeben und betragen 272 g pro die. Klemperer[47]) fütterte zwei Männer mit je 289 g Fett, wobei allerdings die Eiweifsmenge auf 36,2 reduziert war. In beiden Fällen wurde Ansatz erzielt.

Ebenso wie für das Fett, findet sich auch für die Kohlehydrate der niedrigste Wert in dem Volksküchenkostsatz von Blaschko, nämlich 38 g pro die. Auch bei der Nahrung eines Arbeiters fand Forster[21]) nur 83 g. Die allerniedrigsten Werte finden wir allerdings bei Lusk[60]), welcher zum Zwecke der Ermittlung des sparenden Effektes der Kohlehydrat einmal nur 11 g, ein anderes Mal nur 3 g Kohlehydrate zu sich nahm. Selbstverständlich blieb seine Kost und auch die Kost bei Blaschko und Forster unter der Norm; es trat Eiweifsverlust ein.

Die höchsten Mengen traf Ohlmüller[80]) in der Kost eines Feldarbeiters mit 907 g und Wörrishöfer[128]) bei einer Familie mit 908 g pro die an. Da in beiden Fällen die Kalorienzahl sich um 5000 herum bewegte, so mufste die Nahrung genügend sein.

---

*) Alle Werte sind auf 70 kg berechnet

Kurz zusammengestellt sind die beiden niedrigsten und beiden höchsten Mengen — auf 70 kg berechnet —, welche pro Tag in der Kost gereicht wurden, für:

	Eiweifs	Fett	Kohlehydrat
Niedrigste	29,3 g; 30,1 g	3,5 g; 7,8 g	38 g; 83 g
Höchste	212 g; 257 g	272 g; 289 g	907 g; 908 g.

Wenn trotz dieser ganz enormen Schwankungen, welche beim Eiweifs 200, beim Fett fast 300 und bei den Kohlehydraten beinahe 1000 g ausmachen, die Ernährung im allgemeinen doch eine befriedigende genannt werden kann, so mufs der Organismus sich auch in weitgehendster Weise der verschiedenen Nahrung anpassen können. Diese Ergebnisse beweisen uns ferner, dafs ein einheitliches Kostmafs nur jedesmal für verschiedene Bevölkerungsklassen angemessen sein wird, und endlich zeigen sie uns, dafs immer noch Manches aufzuklären bleibt, was uns bei den so verschlungenen Wegen des Ernährungsmechanismus bisher noch dunkel ist.

Eigene Versuche.

Während das Kostmafs bei den eben besprochenen Versuchen entweder an einzelnen oder mehreren Personen empirisch festgestellt oder aber der Nahrungsbedarf durch experimentelle Stoffwechselversuche zu ermitteln gesucht wurde, vermifst man Untersuchungen, bei denen beide Methoden an ein und derselben Person oder mehreren Personen ausgeführt wurden. Die Brauchbarkeit solcher Versuche ist einleuchtend; man ist alsdann in der Lage, die durch die etwas unsichere, aber für längere Versuche unbedingt notwendige empirische Methode gewonnenen Resultate mit den auf experimentellem Wege erzielten genau zu vergleichen. Es scheint mir, dafs die auf solche Weise erreichten Ergebnisse an Wert und Zuverlässigkeit um vieles gewinnen.

Leider ist es technisch unausführbar, eine gröfsere Anzahl Personen auf längere Zeit hinaus all den komplizierten Bedingungen eines Stoffwechselversuchs zu unterziehen, anderseits stöfst man aber auch auf Schwierigkeiten, genügend sichere

Resultate zu erlangen, wenn bei einer Personengemeinschaft (Familie) die empirische Methode angewandt wird. Entweder werden die Speisen nicht genau genug notiert, schlecht gewogen, die Rohstoffe kommen aus verschiedenen Quellen, es wird gelegentlich aufser dem Hause gegessen, Abfälle, die dem Vieh gegeben werden oder verderben, werden nicht berechnet, das Übriggebliebene wird weggegeben und allerlei andere Facta können die erhaltenen Resultate ungünstig beeinflussen.

In Erwägung dieser Thatsachen habe ich an mir selbst Versuche angestellt, bei denen ich das zunächst für meine Person notwendige Kostmafs auf empirischem Wege und gleichzeitig durch Stoffwechselversuch zu ermitteln suchte. Die Versuche umfafsten im ganzen einen Zeitraum von 746 Tagen und nahmen ihren Anfang im Jahre 1895. Sie wurden 1896 weitergeführt, darauf unterbrochen, 1897 von neuem wieder aufgenommen und nach nochmaligem Unterbrechen 1900 1901 zu Ende geführt.

Durch die absichtlich eingeschobenen längeren Zwischenräume entstehen drei grofse Abschnitte.

Der erste Abschnitt vom Oktober 1895 bis Juli 1896 = 305 Tagen, und der letzte Abschnitt, von Mai 1900 bis Juli 1901 (ausgenommen November und Dezember 1900 und Januar 1901) = 321 Tagen, umfassen die Zeit, in der das Kostmafs empirisch festgestellt wurde.

Der zweite Abschnitt, von März bis Juni 1897 = 120 Tagen, diente zur Ermittlung des Kostmafses durch Stoffwechselversuche. Ich halte das zeitliche und räumliche Auseinanderliegen der Versuche (die ersten beiden wurden in Würzburg, der letzte in Kiel angestellt) für wichtig, da die durch Zeit und Ort bedingten Veränderungen derselben Versuchsperson beachtenswerte Vergleichspunkte bieten.

I. Versuch.

(Dauer 10 Monate.)

Die Ermittlung der Menge der zugeführten Nahrung und deren Bestandteile vollzog sich analog der oben angegebenen Methode Ia für frei gewählte Kost.

Die Nahrung wurde mit Ausnahme von einigen wenigen Tagen, an denen mich unabwendbare Zufälle abhielten, dem Reglement zu entsprechen, in meiner neben dem hygienischen Institut gelegenen Wohnung während der ganzen Dauer des Versuches eingenommen. Sämtliche Speisen wurden kalt gereicht, mit Ausnahme des gekochten Rindfleisches und gekochter Kartoffeln. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht sämtlicher, in Versuch I, II und III verwendeter Nahrungsmittel:

Tabelle II.

Zusammensetzung der in Versuch I, II und III gebrauchten Nahrungsmittel.

	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Wasser	Bemerkungen
*Rindfleisch . . .	20,2	1,9	—	75,6	mager
*Cornedbeef . . .	23,5	11,0	—	61,2	
*Schinken	24,7	36,5	—	28,1	
Häring	14,5	9,0	—	74,6	gesalzen; ohne Gräten
*Sülzewurst	23,1	22,8	—	41,5	
Blutwurst	11,8	11,5	25,0	50,3	sog. roter, bayr. Prefssack
*Knackwurst . . .	22,8	11,4	—	58,6	
*Cervelatwurst . .	18,1	53,0	—	25,5	hart
Speck	9,5	76,0	—	9,0	
*Schweinefett . .	—	100,0	—	—	aus Flomen ausgelassen
Eier	12,5	12,1	0,5	73,7	ohne Schale
*Milch, kondens. .	19,8	10,4	41,8	25,2	Cham (Schweiz)
*Milch, voll . . .	3,5	3,6	4,9	87,2	
*Butter	0,7	84,4	0,6	13,6	
*Käse	19,0	22,3	—	50,2	Romatour
Quark	36,6	6,0	0,9	52,4	weifser Käse
*Brot	6,1	0,4	47,0	42,3	Roggenbrot
Kartoffeln . . .	2,0	0,2	20,7	75,0	geschält
Gurken	1,2	0,1	2,0	95,2	grün, geschält
Äpfel	0,4	—	12,0	84,8	
Möhre	1,1	0,2	1,6	88,8	
Kakao	21,5	27,0	15,2	6,4	deutscher Puder-Kakao
Kaffee	13,9	14,5	0,6	1,15	gebrannt
*Zucker	0,3	—	97,5	—	in Würfeln
Öl	—	100	—	—	Olivenöl
*Bier	0,7	3,6	6,6	—	Lagerbier

Die meisten der aufgeführten Nahrungsmittel sind im hygienischen Institut zu Würzburg von mir selbst analysiert

*) Eigene Analysen.

worden, die übrigen Analysenwerte wurden bekannten Werken*) entnommen. Die Mahlzeiten lagen regelmäfsig: Früh Cacao, mittags 12 Uhr Hauptmahlzeit, nachmittags 4 Uhr Vesper, abends 8 Uhr Abendbrot.

Die Nahrungsmittel (Butter, Fleisch, Wurst, Quark, Käse u. s. w.) entstammten stets denselben Quellen und wurden in gröfseren Quantitäten von mir selbst eingekauft. Der Genufs derselben hing ganz von Appetit und Lust ab; die verspeiste Tagesmenge wurde vom Hauptvorrat des Abends abgezogen. Abfälle, wie Eierschalen, Wurstschalen, Obstschalen, Gurken- und Kartoffelschalen wurden von vornherein ausgeschaltet, und nur das »Nettogewicht« der Nahrungsmittel in Rechnung gezogen. Hierdurch umging ich einen zuweilen recht bedeutenden Fehler in der Berechnung der eingenommenen Nahrung.

Der Genufs von Alkoholicis blieb auf Bier beschränkt, von dem pro die zwei Glas = 1000 ccm beigegeben wurden. Im übrigen wurde Wasser, Kaffee und Cacao quantum satis gereicht (durchschnittlich 1—1½ l Flüssigkeit).

Die Beschäftigung war die regelmäfsige Laboratoriumsarbeit. Die sonstige Lebensweise ebenfalls die gewöhnliche. Während der ganzen Zeit trat in Schlaf, Stuhlgang, Befinden keine Veränderung ein. Der Appetit blieb stets rege. Widerwillen gegen dieses Regime ist nicht aufgetreten.

Jede Woche zweimal fand eine Wägung statt. Mein Gewicht belief sich damals auf 66½ kg.

Die Körperlänge betrug 165 cm. Das Fettpolster war mittelmäfsig. Der allgemeine Ernährungszustand zufriedenstellend.

Ich brauche nicht zu erwähnen, dafs sämtliche Einkäufe genau notiert, gewogen und das Gebrauchte täglich im Detail aufgeschrieben wurde. Es würde zu weit führen, alle Aufzeichnungen hier wiederzugeben. Ich beschränke mich deshalb auf einiges Wenige:

---

*) K. B. Lehmann, Methoden der prakt. Hygiene, 1. Aufl., 1890.

1. Zusammenstellung der Gesamtmengen der verschiedenen Nahrungsmittel, die während der 10 Monate verbraucht wurden. (Tabelle III.)
2. Zusammenstellung der in den einzelnen Monaten verbrauchten Mengen an Eiweifs, Fett, Kohlehydrate und Bier. (Tabelle IV, V, VI.)
3. Zusammenstellung der Gesamtaufnahme an Eiweifs, Fett und Kohlehydraten nebst Berechnung der Kalorien und des Preises der ganzen Ernährung. (Tabelle VII.)
4. Graphische Darstellung sämtlicher Einnahmen, der Kalorien und des Preises. (Am Schlufs der Arbeit.)

Tabelle III.

Gesamt-Nahrungsmittelbedarf an willkürlich gewählter Nahrung.

I. Versuch 1895—1896.

Nahrungsmittel	1895			1896						
	Oktob.	Novbr.	Dezbr.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli
Rindfleisch .	500	100	250	400	1 500	1 650	2 100	3 050	1 375	1 375
Schinken . .	—	—	—	—	—	450	375	500	—	—
Häring . .	650	450	325	280	620	—	450	1 200	900	1 800
Cervelatwurst	—	—	—	—	—	500	600	1 000	—	—
Blutwurst (Rot. Prefssack) .	2 650	2 100	1 480	850	—	720	300	850	1 440	700
Eier . . .	200	1 100	215	520	1 200	220	1 750	1 950	2 710	1 250
Voll-Milch .	15 000	8 450	12 500	—	—	—	—	—	—	—
Butter . .	500	—	560	1 500	—	—	1 000	1 650	1 500	500
Käse . . .	850	750	975	1 125	375	850	850	2 840	425	1 700
Quark . . .	1 100	290	1 300	1 100	1 700	—	—	—	—	—
Schweinefett	1 500	550	755	645	542	560	140	650	30	925
Brot . . .	9 000	5 200	7 600	7 500	9 100	6 500	8 500	7 050	7 050	7 700
Kartoffeln .	1 000	1 500	3 100	3 400	—	—	6 200	—	500	4 200
Zucker . .	1 270	70	265	120	690	450	—	35	—	85
Öl	1 020	180	—	1 200	—	50	—	240	—	—
Bier . . .	33 000	23 800	30 200	31 000	36 000	44 000	37 000	55 000	42 000	35 000

Summa:

Rindfleisch	Schinken	Häring	Cervelatwurst	Blutwurst	Eier
12,2 kg	1,32 kg	6,67 kg	2,1 kg	11,0 kg	11,0 kg
Milch	**Butter**	**Käse**	**Quarg**	**Schweinefett**	**Brot**
35,9 l	7,2 kg	10,75 kg	5,49 kg	6,29 kg	75,2 kg
Kartoffeln	**Zucker**	**Öl**	**Bier**		
19,9 kg	2,9 kg	2,7 kg	367 l		

Tabelle IV.

Eiweifs, Fett und Kohlehydrate in der Nahrung des I. Versuchs. 1895—1896.

	Oktober 1895			
	Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	500	102,0	9,5	—
Häring . .	650	94,3	58,5	—
Blutwurst .	2 650	312,6	304,7	662,5
Eier . . .	200	24,2	24,2	—
Vollmilch .	15 000	525,0	540,0	735,0
Butter . .	500	3,5	422,0	3,0
Fett . . .	1 500	—	1500,0	—
Käse . .	850	161,6	189,9	—
Quark . .	1 100	397,0	66,0	9,8
Brot . . .	9 000	549,0	36,0	4230,0
Kartoffeln	1 000	20,0	2,0	207,0
Zucker . .	1 270	3,8	—	1235,7
Öl . . .	1 020	—	1020,0	—
Summe:	**35 240**	**2192,0**	**4143,8**	**7083,0**
			Alkohol	
Bier . . .	**33 000**	**231**	1188	2178,0

	November 1895			
	Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	100	20,4	1,9	—
Häring . .	450	75,3	40,5	—
Blutwurst .	2 100	247,8	231,5	525,0
Eier . . .	1 100	137,5	133,1	—
Vollmilch .	8 450	295,8	304,2	413,9
Fett . . .	550	—	550,0	—
Käse . .	750	80,8	94,5	—
Quark . .	290	105,9	17,0	2,6
Brot . . .	5 200	317,0	20,7	2443,2
Kartoffeln	1 500	30,0	3,0	310,5
Zucker . .	70	0,2	—	68,0
Öl . . .	180	—	180	—
Summe:	**20 640**	**1300,7**	**1576,3**	**3763,2**
			Alkohol	
Bier . . .	**23 800**	**166,6**	**856,8**	**1570,8**

	Dezember 1895			
	Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	250	51,0	4,8	—
Häring . .	325	47,0	29,3	—
Blutwurst .	1 480	174,6	170,2	370,0
Eier . . .	215	26,8	26,0	—
Milch . .	12 500	437,5	450,0	612,5
Fett . . .	755	—	755,0	—
Butter . .	560	3,9	472,6	3,3
Käse . .	975	185,3	218,4	—
Quark . .	1 300	477,3	78,0	12,1
Brot . . .	7 600	463,5	30,4	3572,0
Kartoffeln	3 100	62,0	6,2	641,7
Zucker . .	265	0,8	—	258,3
Summe:	**29 105**	**1929,7**	**2240,9**	**5469,5**
			Alkohol	
Bier . . .	**30 200**	**211,4**	**1087,2**	**1993,2**

Tabelle V.

Eiweifs, Fett und Kohlehydrate in der Nahrung des I. Versuchs. 1895—1896.

	Januar 1896			
	Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	400	81,6	7,6	—
Blutwurst .	850	100,3	97,7	—
Häring . .	280	39,1	27,2	—
Eier . . .	520	65,0	57,0	2,5
Fett . . .	645	—	645,0	—
Butter . .	1 500	10,5	1266,0	9,0
Käse . .	1 125	214,2	150,0	—
Quark . .	1 100	397,0	64,0	9,8
Brot . . .	7 500	457,5	30,0	3525,0
Kartoffeln	3 400	68,0	6,8	702,8
Zucker . .	120	0,4	—	117,4
Öl . . .	1 200	—	1200	—
Summe:	18 640	1483,6	3551,3	4366,5
			Alkohol	
Bier . . .	31 000	217,0	1116,0	2046,0

	Februar 1896			
	Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	1 500	306,0	28,5	—
Schinken .	220	54,6	80,3	—
Häring . .	620	89,9	55,8	—
Eier . . .	1 200	150,0	145,2	6,0
Fett . . .	542	—	542,0	—
Käse . .	375	71,4	50,1	—
Quark . .	1 700	640,2	102,0	15,3
Brot . . .	9 100	555,1	36,4	4277,0
Zucker . .	690	2,0	—	680,7
Summe:	15 747	1859,2	1040,3	4969,0
			Alkohol	
Bier . . .	36 000	252,0	1296,0	2376,0

	März 1896			
	Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	1650	336,0	31,3	—
Blutwurst .	720	84,9	82,8	180,0
Speck . .	1 800	171,0	1368,0	—
Cervelatwurst .	500	90,5	265,0	—
Eier . . .	220	27,0	26,0	1,4
Käse . .	850	161,6	189,6	—
Brot . . .	6 500	396,5	26,0	3055,0
Schinken .	450	111,5	164,6	—
Zucker . .	450	1,3	—	438,2
Fett . . .	562	—	562,0	—
Öl . . .	50	—	50,0	—
Summe:	13 750	1380,3	2744,9	3674,6
			Alkohol	
Bier . . .	44 000	308,0	1584,0	2904,0

Tabelle VI.

Eiweifs, Fett und Kohlehydrate in der Nahrung des I. Versuchs. 1895—1896.

	April 1896					Mai 1896			
	Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate		Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	2 100	428,4	38,7	—	Rindfleisch	3 050	622,2	38,7	—
Schinken	375	92,6	136,8	—	Schinken	500	123,7	55,0	—
Häring	450	75,3	40,5	—	Häring	1 200	164,0	108,0	—
Cervelatw.	600	108,6	318,0	—	Cervelatw.	1 000	181,0	530,0	—
Blutwurst	300	35,8	33,5	75,0	Blutwurst	850	100,3	97,5	212,5
Eier	1 750	218,7	210,0	—	Eier	1 950	243,7	235,9	—
Fett	140	—	140,0	—	Fett	650	—	650,0	—
Käse	850	162,6	189,9	—	Butter	1 650	115,5	1392,6	9,9
Butter	1 000	7,0	844,0	6,0	Käse	2 840	539,6	638,3	—
Brot	8 500	494,1	32,1	3802,4	Brot	7 050	420,0	28,2	3313,5
Kartoffeln	6 200	124,0	12,4	1283,4	Zucker	36	—	—	35,1
					Öl	242	—	242,0	—
Summe:	22 265	1747,1	2096,2	5166,5	Summe:	21 018	2520,0	4011,2	3570,9
			Alkohol					Alkohol	
Bier	37 000	259,0	1332,0	2442,0	Bier	55 000	385,0	1980,0	3630,0

	Juni 1896					Juli 1896			
	Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate		Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	1 375	280,5	26,1	—	Rindfleisch	1 375	280,5	26,1	—
Häring	900	150,6	81,1	—	Knackwurst	700	159,6	79,6	—
Blutwurst	1 440	169,8	165,4	360,0	Häring	1 800	301,2	162,0	—
Eier	2 710	337,5	326,9	13,0	Eier	1 250	152,3	151,2	—
Fett	30	—	30,0	—	Fett	925	—	925,0	—
Butter	1 500	10,5	1266,0	9,0	Butter	500	3,5	422,0	3,0
Käse	425	80,8	94,8	—	Käse	1 700	325,2	378,0	—
Brot	7 050	430,0	28,2	3314,5	Brot	7 700	469,0	30,8	3257,1
Kartoffeln	500	10,0	1,0	103,5	Kartoffeln	4 200	84,0	8,4	869,4
					Zucker	87	0,3	—	85,6
Summe:	15 900	1471,2	2019,7	3800,0	Summe:	19 810	1775,8	2187,8	4215,1
			Alkohol					Alkohol	
Bier	42 000	294,0	1512,0	2772,0	Bier	35 000	245,0	1260,0	2310,0

Täglicher Nahrungsbedarf an willkürlich gewählter Nahrung bei Genufs von mäfsigen Mengen Bier.

Tabelle VII. (Während einer Dauer von zehn Monaten. 1895—1896.)

Jahr	Monat	Menge aufgenommener Nahrung in g: Feste	Flüssige: Milch	Flüssige: Bier*)	In der alkoholfreien Nahrung: Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Kalorien	In Bier: Eiweifs	Alkohol	Kohlehydrate	Kalorien	Gesamt-Aufnahme an: Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Kalorien	Körpergewicht in kg	Kosten der festen Nahrung: pro Monat in M.	pro die in Pfg.	Kosten des Bieres: pro Monat in M.	pro die in Pfg.	Gesamt-Kosten: pro Monat in M.	pro die in Pfg.
1895	Okt.	1135	185	1060	70,7	133,7	225,0	2455,7	7,5	38,3	70,3	594,6	78,2	133,7	295,3	3050,3	66—67	14,69	47	7,75	25	22,32	72
1895	Nov.	688	280	790	43,3	52,6	125,4	1140,7	5,5	28,5	52,3	442,1	48,8	52,6	177,7	1582,8	66—67	9,94	33	6,00	20	15,90	53
1895	Dez	939	403	970	62,2	72,3	176,5	1651,0	6,8	35,1	64,3	544,2	69,0	72,3	240,8	2195,2	65—67	13,48	43	6,80	22	20,15	65
1896	Jan.	604	—	1000	46,2	114,9	140,8	1835,2	7,0	36,0	66,0	558,5	53,2	114,9	206,8	2393,7	65,5-67	11,14	37	7,40	24	18,91	61
1896	Febr.	513	—	1240	64,1	35,8	171,0	1296,8	8,6	44,6	81,9	690,1	72,7	35,8	252,9	1986,9	66-67,5	8,83	29	8,40	29	16,82	58
1896	März	438	—	1420	44,5	88,5	118,5	1491,3	9,9	55,1	93,3	819,8	54,4	88,5	211,8	2311,1	66—67	13,85	31	9,60	31	19,22	62
1896	April	742	—	1230	58,2	69,9	172,2	1594,6	8,6	44,4	81,1	687,4	66,8	69,9	253,3	2282,0	66,5-68	17,04	57	8,70	29	25,80	86
1896	Mai	678	—	1780	81,3	129,3	115,1	2007,6	12,4	64,0	117,4	992,9	93,7	129,3	232,5	3000,2	67—68	19,75	63	13,64	44	33,17	107
1896	Juni	530	—	1400	49,0	67,3	126,6	1345,7	9,8	50,4	92,4	781,8	58,8	67,3	219,0	2127,5	67	12,35	40	10,20	34	22,20	74
1896	Juli	621	—	1130	57,3	70,6	136,1	1449,4	7,9	40,6	74,5	625,8	65,2	70,6	210,6	2075,2	67	14,20	47	8,06	26	22,63	73
Mittel aus 10 Monat.		691		1200	57,7	88,5	150,7	1630,9	8,4	43,7	79,3	678,2	66,1	88,5	230,0	2309,1		13,52	43	8,68	28	22,20	71

Der Bedarf für ein Jahr stellt sich auf:

		252 kg		438 Lit.	21,0 kg	30,4 kg	55,0 kg	595318 Kalor.	3,0 kg	15,9 Lit.	28,9 kg	247543 Kalor.	24,0 kg	30,4 kg	83,9 kg	842 861 Kalor.		162,62 M.		103,8 M.		266 M.	

*) Das bei diesem Versuch verwendete Bier ist »Zell-Würzburger« Schankbier. Es enthält — nach eigener Analyse: N-Substanz auf Eiweifs berechnet 0,7 %, Alkohol 3,6 %, Kohlehydrate 6,6 %.

Wie aus den Tabellen hervorgeht, wurden in den 10 Monaten im ganzen an Nahrungsmitteln verbraucht:

210 kg feste Nahrung und 365 l Bayerisches Schankbier oder 20 kg Eiweifs, 25,3 kg Fett, 68,2 kg Kohlehydrate und 13,3 l Alkohol.

Auf einen Monat entfallen demnach:

21 kg feste Nahrung und 36,5 l Bier oder 2 kg Eiweifs, 2,5 kg Fett, 6,8 kg Kohlehydrate und 1,3 l Alkohol.

Pro Tag belief sich die Einfuhr auf:

691 g feste Nahrung und 1200 ccm Bier oder **66,1 g Eiweifs, 83,5 g Fett, 230 g Kohlehydrate** und **43,7 g Alkohol.**

Trennen wir in der Berechnung die feste Nahrung von dem Bier, so erhalten wir

pro die	Eiweifs	Alkohol resp. Fett	Kohlehydrate
Alkohol, freie N.	57,7	83,5	150,7
Bier	8,4	43,7	79,3
Gesamtaufnahme	66,1 E.	83,5 F., 43,7 A.	230,0 K.

Auf **70 kg Körpergewicht** berechnet, würden die Gesamtmengen betragen pro die:

69,1 g Eiweifs, 90,2 g Fett, 45,6 ccm Alkohol und **24,2 g Kohlehydrate,** d. i. pro kg: 0,99 g Eiweifs, 1,3 g Fett, 0,65 ccm Alkohol, 34,5 g Kohlehydrate.

Die Kalorien betragen in der Gesamtnahrung **704 050** davon entfallen auf die feste Nahrung **496 090**, auf das Bier **208 960.**

Pro die erhielt der Körper in der alkoholischen

Nahrung	1631
in Bier	678
in der Gesamtnahrung	2309

Auf 70 kg Körpergewicht berechnet, würden die Gesamtkalorien pro die betragen:

2427, d. i. pro kg **34,7.**

An diesen Zahlen ist jedoch noch eine Korrektion anzubringen, die in früheren Arbeiten meist vernachlässigt ist, von Demuth[10]) dagegen mit Nachdruck betont wurde.

Bekanntlich werden die Nahrungsmittel resp. Nahrungsstoffe nicht so vollständig, wie wir sie dem Organismus anbieten, verwertet. Da ein Teil derselben unresorbiert mit den Fäces abgeht, so wird dem Körper in Wirklichkeit weniger an Eiweifs, Fetten und Kohlehydraten gereicht als die gefundenen Zahlen angeben. Wir müssen deshalb von letzteren die nicht ausgenützten Bestandteile der Nahrungsmittel, deren Mengen gröfstenteils von Rubner[103]) ermittelt worden sind, in Abzug bringen.

Die Zahlen, die mir zur Berechnung dienten, habe ich folgender, bei Demuth[8]) vorgefundener Tabelle entnommen.

Die Gröfse der Resorption ist in Prozenten angegeben.

	E.	F.	K.
Fleisch der Säugetiere und Fische	97,5	97,5	—
Eier	97,5	95,0	—
Milch	95,0	95,0	100
Käse	96,0	95,0	100
Butter, Öle, Speisefette . . .	—	95,0	—
Weizenbrot	81,0	97,0	99,0
Roggenbrot und Roggenmehl .	77,0	96,0	95,0
Pumpernickel	58,0	95,0	90,0
Erbsen, Bohnen, Linsen . . .	80,0	91,0	90,0
Kartoffeln	68,0	93,0	92,0
Wurzeln, Knollen, Rüben . .	60,0	94,0	80,0
Gemüse, Salate, Wirsing, Kraut	82,0	94,0	85,0.

Es stimmen diese Zahlen im Durchschnitt mit den von Rubner angegebenen Mittelzahlen bei gemischter Kost (für Eiweifs 83, Fett 90, Kohlehydrate 93) ziemlich überein.

Um die Zahlen nicht zu sehr zu komplizieren, habe ich jedoch dort die Ausrechnungen der Resorptionswerte für die einzelnen Nahrungsmittel weggelassen, ich beschränke mich nur darauf, die Endwerte anzugeben.

Es würde demnach der Organismus ausgereicht haben pro die mit (auf 70 kg ber.):

57,3 g Eiweifs, 81,2 g Fett, 41,0 ccm Alkohol und **225,0 g Kohlehydraten = 2199 Kalorien**, d. i. **per kg 0,7 g Eiweifs, 1,16 g Fett, 0,59 ccm Alkohol, 3,2 g Kohlehydrate = 31,3 Kalorien.**

Ich habe absichtlich diese Zahlen, obwohl ich mir bewufst bin, dafs sie die richtigeren Werte angeben, nach vorgenommener Korrektion nicht in den Vordergrund gestellt und zwar, weil die Berechnungen der nicht resorbierten Anteile in den anderen Arbeiten fehlen, somit in dieser Hinsicht keine Parallele gezogen werden kann. Sie sollen aber für event. spätere Beobachtungen an anderen Menschen nicht unbeachtet bleiben.

Bei Betrachtung der graphischen Tafel fallen sofort die grofsen Schwankungen auf, die in den einzelnen Monaten auftreten. Es gilt dies sowohl für das Eiweifs als auch für das Fett und die Kohlehydrate. Die Schwankungen in den einzelnen Monaten sind nur das Abbild der Tagesschwankungen, die, wie aus meinen Aufzeichnungen hervorgeht, ebenfalls grofs sind. Es ist dies ja auch leicht erklärlich, da die Nahrungsaufnahme täglich durch die verschiedensten Momente bedingt, recht wechselnd ist. Im ganzen haben die Schwankungen hier nicht viel zu bedeuten, wenn nur die Versuche genügend lang sind. Alsdann gleichen sie sich gegenseitig aus und die Mittelwerte geben auch genügend sichere Zahlen.

Ich finde bei Finkler [16a]) die Auffassung vertreten, dafs es höchst unwahrscheinlich sei, dafs sich die täglichen Schwankungen in der Eiweifslieferung ausgleichen. Er sagt: »Es ist anzunehmen, dafs an einem Tage, an welchem die Eiweifszufuhr das momentane Bedürfnis überwiegt, der Überschufs nicht etwa in Gestalt von Muskelsubstanz am Körper angesetzt, sondern dafs er zersetzt wird, und anderseits mufs man annehmen, dafs an demjenigen Tage, an welchem zu wenig Eiweifs geliefert wird, auch trotz der etwa vorhergegangenen gröfseren Eiweifszufuhr, Körpersubstanz durch die Arbeit verloren geht.«

Wenn das wirklich so der Fall wäre, so würde ja bei schwankender Eiweifszufuhr nur immer Eiweifs verloren gehen. Da aber in der That die Eiweifszufuhr immer schwankt bald über, bald unter der Norm und nur bei zugemessenem Quantum wirklich täglich gleich ist, so müfste der Körper bald an Eiweifs verarmen. Das ist in der Praxis aber nicht der Fall, und deshalb glaube ich, pafst sich der Organismus sehr leicht diesen naturgemäfsen Differenzen an. Auch in meinem ersten und dritten Versuch hat trotz der täglichen Schwankungen ganz gewifs im Laufe der vielen Monate ein immerwährender Ausgleich stattgefunden, denn das Körpergewicht und das Wohlbefinden und die Funktionen des Körpers waren nie gestört.

Das Wichtigste an diesem Versuch ist jedenfalls die Thatsache, dafs ich, um mich auf dem Körperzustand zu erhalten, nicht mehr als 69 g Eiweifs, 90 g Fett und 242 g Kohlehydrate nebst 45 ccm Alkohol bedurfte. Für das Eiweifs beträgt die Menge pro kg nur 0,99 g, während Voit 1,7 g und Demuth, welcher bereits unter die Forderungen Voits heruntergegangen ist, noch im Minimum 1,3 g verlangt. Die Kalorienmenge dagegen, welche nach Rubner bei leichter Arbeit und Ruhe 33—35 g pro kg betragen soll, wird 34,7 g nicht unterschreiten.

Wir erhalten aber hier ohne Erhöhung der N-freien Kost ein Eiweifskostmafs von recht niederem Wert, welches während einer Dauer von 300 Tagen genügte, den Körper auf seinem Bestande zu erhalten.

Dieser Befund deckt sich mit den Beobachtungen von Siven, während Bowie, Klemperer, Preisacher, Peschel, Hirschfeld, Kumagava und Lapique eine solche Herabsetzung des Eiweifses nur durch einen vermehrten Überschufs der N-freien Nahrungsstoffe für angängig halten.

Gleichwie das Eiweifs vermindert war, so zeigt sich die freigewählte Kost auch wenig reich an Kohlehydraten. 242 g pro die sind kaum die Hälfte der geforderten Voitschen Menge. Das hängt gewifs damit zusammen, dafs man bei leichter Arbeit, wie ich sie nur auszuführen hatte, gar nicht das Bedürfnis

fühlte, besonders viel Brot, Kartoffeln u. dgl. zu essen. Wenige Schnitten genügen meist, um das Bedürfnis zu befriedigen. Die Berechnung ergibt auch, dafs in der That nur wenig Brot verbraucht wurde. Innerhalb der 10 Monate wurden 75,2 kg Brot und 19,9 kg Kartoffeln verzehrt, d. i. pro die 251 g Brot und 66 g Kartoffeln.

Hier hingegen scheint das Fett eine bedeutende Rolle zu spielen. Ohne nach einer fettreichen Nahrung besonders gesucht zu haben, stieg der Fettgehalt der Nahrung doch auf 90 g pro die, einer ganz beträchtlichen Menge gegenüber Voits 56 g. Offenbar scheint eine derartige Kombination von etwas mehr Fett und weniger Kohlehydraten auch durchaus rationell zu sein und der Preis wird, wie wir später noch sehen werden, durchaus nicht wesentlich höher. Es macht mir überhaupt den Eindruck, als ob bei dem Voitschen Kostmafs die Fettzahl etwas niedrig sei, denn man findet bei Zusammenstellung und Berechnung von Nahrungsmitteln und Kostmafsen viel häufiger mehr als 56 g Eiweifs pro Tag. Dies kann kein Zufall sein.

Die Fettzufuhr schwankt in unserem Fall von 35,8 g bis 133,7 g, in der Zusammenstellung der Arbeiten anderer Autoren hält sich die Menge im allgemeinen auf 70—80 g.

Eine ganz besondere Beachtung verdient nicht nur in diesem Versuch, sondern überhaupt die Zufuhr von Bier, selbst auch dann, wenn es sich pro die auch nur um »ein paar Glas« handelt. In vielen Arbeiten über die Bestimmung des Kostmafses bei freigewählter Kost ist fast kein oder nur wenig Gewicht darauf gelegt, und doch ist das Bier, abgesehen von seinem Alkoholgehalt, der Träger einer ganzen Menge Nahrungsstoffe (Kohlehydrate, Extraktivstoffe, Eiweifs).

Während der 10 Versuchsmonate wurden 365 l bayerischen Schankbieres genossen, welche einer Menge von 2,5 kg Eiweifs, 13,3 l Alkohol, 24,1 kg Kohlehydrate und 206290 Kalorien entsprechen! Doch gewifs eine Zahl, welche den Körper nicht unbeeinflufst lassen kann. Dafs dabei kein Übermafs im Biergenufs getrieben wurde, geht aus den Tagesauszeichnungen hervor; denn es betrug das Tagesquantum nur circa 1200 ccm (2 bis

$2^1/_2$ Glas). Die wesentlichen Bestandteile des Bieres tragen daher zur Tagesration nicht unwesentlich bei. Für die Tageseiweifsmenge beträgt der Eiweifsgehalt des Bieres den achten Teil (8,4 : 66,1), für die Tages-Kohlehydratmenge betragen die Kohlehydrate des Bieres sogar den vierten Teil (79,2 : 230). Ja, es läfst sich in einzelnen Monaten zeigen (März, Mai, Juni und Juli), dafs die Kohlehydrate aus dem Bier dieselben aus der alkoholfreien Nahrung zum Teil bei weitem übertreffen (siehe graphische Tabelle; März 44,1 : 127,9, Mai 11,9 : 129,3, Juni 35,6 : 138, Juli 70,5 : 145).

Die Verbrennung des Alkohols leistet an Kalorien mehr als den dritten Teil der Kalorien, die das Fett liefert (314 : 776). Im Vergleich zum ganzen Kalorienbedarf des Tages liefern die Kalorien des Bieres ebenfalls mehr als den dritten Teil (678 : 2309). Aufserdem ist in Betracht zu ziehen, dafs durch die Verbrennung des Alkohols Fett vor Zersetzung geschützt und Eiweifs eingespart wird (R. O. Neumann[75]).

Wenn in unserem Versuch also täglich 43,7 g Alkohol zur Verbrennung gelangen, so werden wir der Nahrung — mit Abzug von 10% nicht oxydierten Alkohols — 282 Kalorien hinzufügen. Diese Menge verbesserte demnach die Tagesnahrung um den achten Teil der notwendigen Kalorien, welche dem Organismus zu Gute kommen, und ich bin geneigt, in dieser Thatsache eine Bestätigung meiner früher ausgesprochenen Ansicht, dafs der Alkohol als ein Nahrungsmittel anzusehen sei, zu finden.

Freilich wäre es unangebracht, ihn resp. das Bier als rationelles Ernährungsmittel heranziehen zu wollen, da der Preis verhältnismäfsig hoch ist.

Ich habe während der Versuche auch die Kosten der Nahrung genau notiert und sowohl den Preis der alkoholfreien Nahrung wie des Bieres besonders in Betracht gezogen. Dabei stellte sich die interessante Thatsache heraus, dafs das Bier mehr als ein Drittel der alkoholfreien Nahrung kostete. Folgende Zahlen, welche als Durchschnittswerte für die einzelnen Tage der Monate gewonnen sind, geben darüber Aufschlufs (in Pfennigen):

	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Mittel
Alkoholfreie Nahrung	47	33	43	37	29	31	57	63	40	47	43
Bier . . .	25	20	22	24	29	31	29	44	34	26	28
Summa	72	53	65	61	58	62	86	107	74	73	71

Dabei mufs allerdings bemerkt werden, dafs der Preis der alkoholfreien Nahrung selbst nur sehr gering ist, so dafs die Kosten des Bieres besonders stark hervortreten.

Wenn die gesamte Ernährung und Verpflegung eines Monats mit durchschnittlich 22,20 Mk. bewerkstelligt werden kann, so hat dies auch noch eine praktische Seite: Es wird damit der Beweis geliefert, dafs es möglich ist, wenn auch nicht bei einer sehr ausgesuchten Kost, so doch schmack- und nahrhaften Kost hauszuhalten, ohne dafs der Organismus darunter zu leiden hat.

Die Ausgaben eines Tages an Nahrung mit nur 60—80 Pf. bestreiten zu müssen, wird in der Arbeiterbevölkerung aufserordentlich häufig der Fall sein, und so ist es gewifs nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, dafs es auch für an andere Kost gewöhnte Personen lange Zeit möglich ist, sich mit billigen Nahrungsmitteln zu erhalten.

Denn nur zu oft wird von seiten der weniger bemittelten Klassen darauf hingewiesen, dafs es wegen der geringen Einnahmen nicht möglich sei, ein auskömmliches Leben puncto Ernährung zu führen.

Es läfst sich aber für solche Fälle auch noch eine Verbilligung schaffen, wenn man das Bier beiseite läfst, die teuren Fleisch- und Wurstsorten durch Fischfleisch ersetzt, sich den Quark und Käse noch nutzbarer macht und die Leguminosen mit auf das Programm setzt, von denen ich kaum Gebrauch gemacht habe.

Schon das Weglassen des Bieres aus dem täglichen Menu setzt den Preis des gesamten Tagesbedarfs in meinem Versuch auf 13,32 Mk. pro Monat herab.

Man wird daher allen den vielen Preisanschlägen von 50 bis 80 Pf. für die gesamte Tageskost, welche teils empirisch

gefunden, teils berechnet und darauf in Volksküchen, Speisehäusern, Fabriken, Arsenalen, Gewerken in Anwendung gebracht sind, durchaus Vertrauen entgegenbringen können, wenn der Preis auch zunächst als zu niedrig veranlagt zu sein scheint.

In dieser Beziehung haben Rechenberg[97], Wörrishöfer[12], Kolle[109], Meinert[63], Fleck[17]) bereits brauchbare Ergebnisse gesammelt und eine Menge Kostsätze aufgestellt, nach denen praktisch gehandelt werden kann. Die Preise bewegen sich in ihren Kostsätzen um 40—80 Pf., wir finden aber auch in einigen Fabrikbetrieben[18]) den Preis bis auf 35 Pf. herabgesetzt. In der Kammgarnspinnerei Kleinschocher wird sogar $^1/_4$ l Gemüse mit 100 g Fleisch für 22 Pf. abgegeben.

Fassen wir zum Schlufs noch die Verteilung der Kalorien auf die drei Nahrungsstoffe: Eiweifs, Fett und Kohlehydrate ins Auge, so fällt, wie aus nachstehender Tabelle ersichtlich ist, die verhältnismäfsig niedrige Menge an Eiweifs auf:

	Von 100 Kalorien entfallen auf			Verhältnis der eiweifsreichen zur eiweifsfreien Kost
	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	
Oktober	15,1	40,8	34,1	1 : 4,9
November	12,6	30,9	56,5	1 : 6,9
Dezember	12,9	30,6	56,5	1 : 6,8
Januar	9,0	43,7	47,3	1 : 10,0
Februar	15,0	16,8	78,2	1 : 6,3
März	9,6	26,2	64,2	1 : 9,4
April	12,3	28,4	59,3	1 : 7,3
Mai	12,8	38,4	48,8	1 : 6,7
Juni	11,3	28,7	60,0	1 : 7,8
Juli	12,7	38,7	48,6	1 : 6,8
Mittel	11,3	24,5	64,2	1 : 7,4

Während, wie oben bemerkt, in der Regel das Eiweifs mit 16—19 % vertreten ist, finden sich hier nur 11—12 %. Diese niedrigen Zahlen entsprechen der geringen Eiweifseinfuhr, welche besonders dadurch deutlich zum Ausdruck kommt, dafs in dieser Nahrung — im Vergleich zum Voitschen Kostmafs — relativ viel Fett gegeben wurde und dadurch die Kalorienzahl das normale Mafs erreichte.

Hierdurch ändert sich natürlich auch das Verhältnis der eiweifshaltigen zur eiweifsfreien Nahrung insofern, als die Zahlen der eiweifsfreien Kost sich vergröfsern. Normalerweise hätten wir 1 : 5—1 : 6 zu erwarten. Hier finden wir 1 : 7,4. Selbstverständlich unterliegen die obenstehenden Zahlen für das Eiweifs, das Fett und die Kohlehydrate auch Schwankungen, aus denen sich jedoch befriedigende Mittelzahlen berechnen lassen. Ganz dasselbe gilt von den Zahlen der eiweifshaltigen und eiweifsfreien Kost.

Das Körpergewicht bleibt fast konstant, es läfst sich sogar eine geringe Vermehrung konstatieren. Oktober 1895 betrug es 66 kg, Juli 1896 dagegen 67 kg. Da das Befinden und die Funktionen am Ende des 10monatlichen Versuchs in keiner Weise verändert oder gestört war, so mufs angenommen werden, dafs die Kost für mich eine ausreichende war.

II. Versuch.

(Stoffwechselversuch von 50 Tagen.)

Die im vorigen Versuch angewandte empirische Methode hat, wie wir sahen, Ungenauigkeiten an sich, die sich nicht absolut vermeiden lassen. Besonders aber fehlt uns die Möglichkeit, die Stickstoffbilanz zu beobachten und zu kontrollieren. Es ist ja durchaus nicht ausgeschlossen, dafs der Organismus doch normal funktioniert und die betreffende Person sich subjektiv wohlfühlt, wenngleich eine Stickstoffminusbilanz zeitweilig vorhanden ist.

Aus diesem Grunde schaltete ich nach dem ersten empirischen Versuch einen Stoffwechselversuch von 50 Tagen ein, der die vorher gewonnenen Resultate — falls sie richtig waren — bestätigen mufste.

Um die Verhältnisse des I. Versuches genau nachzuahmen, führte ich im ersten Teil des II. Versuches während 22 Tagen willkürliche Mengen von Nahrung ein, während im zweiten Teil vom 23.—50. Tage zugemessene Mengen von Nahrung gereicht wurden. Selbstverständlich war die Nahrung analysiert.

Sie bestand während der 50tägigen Dauer nur aus Schwarzbrot, Cervelatwurst, Romatourkäse, Schweinfett und Wasser. Bier, Kaffee wurden vermieden.

Ich lasse die Durchschnittszahlen, die aus vielen Analysen gewonnen wurden, auf S. 46 folgen.

Nahrungsmittel	Eiweifs	Fett	Kohlehydr	Wasser	Asche
Schwarzbrot	6,1	6,4	47,0	42,3	1,3
Cervelatwurst . . .	18,1	53,0	—	25,5	3,1
Büchsenfleisch . . .	23,5	11,0	—	61,2	—
Romatourkäse . . .	19,0	22,3	—	50,2	4,1
Schweinefett . .	—	100,0	—	—	—

Die Nahrung nahm ich von früh 9 Uhr bis abends 7 Uhr in Zwischenräumen von ca. 3 Stunden. Die Tagesperiode dauerte von früh 7 Uhr bis abends 7 Uhr. Aller Harn während dieser Zeit wurde gesammelt, gemischt und nach Kjeldahl analysiert. Die Kotabgabe erfolgte einmal des Tages morgens 7 Uhr auf Porzellanteller. Der Kot wurde getrocknet, gepulvert und nach Kjeldahl analysiert. Die Abgrenzung geschah leicht, wenn ich als letzte Tagesration Käse genofs. Dann liefs sich die hellere Partie von der folgenden dunkleren leicht trennen.

Die Lebensführung war die gewöhnliche. Meine Beschäftigung bestand in der Laboratoriumsarbeit. Anstrengungen, Exzesse wurden vermieden. Das Gewicht bestimmte ich morgens 7 Uhr nüchtern nach Entleerung von Kot und Harn.

Einteilung des Versuchs.

Die Gliederung in einzelnen Perioden ergab sich erst während des Versuchs, weil von vornherein die Reaktion des Organismus auf die zugeführte Nahrung nicht vorausgesagt werden konnte. Es ergaben sich fünf Perioden.

I. Periode: 10 Tage. Analysierte Nahrung wurde in willkürlichen Mengen ganz nach Bedarf und Appetit eingeführt. Sie betrug im Durchschnitt 51,3 g Eiweifs, 62,5 g Fett und 184,2 g Kohlehydrate = 1535 Kalorien.

II. Periode: 12 Tage. Da die Nahrung nicht ausreichte, so wurden die eiweifshaltigeren Nahrungsmittel mehr bevorzugt, wodurch eine Erhöhung an Eiweifs und auch geringe Erhöhung des Fettes eintrat. Die Mengen betrugen 56,7 g Eiweifs, 73,7 g Fett und 184 g Kohlehydrate = 1598 Kalorien.

III. Periode: 8 Tage. Auch diese Kost genügte noch nicht, um Stickstoffgleichgewicht zu erhalten. Es wurden daher die Kalorien erhöht durch Kohlehydrat- und eiweifsreichere Nahrung.

Die Einfuhr betrug 70,3 g Eiweifs, 84 g Fett und 20,4 g Kohlehydrate = 1909 Kalorien.

IV. Periode: 5 Tage. Von hier ab bekam der Organismus die Nahrung zugemessen unter nochmaliger Erhöhung des Eiweifses, aber bei derselben geringen Kalorienzufuhr. Die Mengen hielten sich auf 79,2 g Eiweifs, 73,6 g Fett und 207 g Kohlehydrate.

V. Periode: 15 Tage. Die Eiweifsmenge wurde eine Kleinigkeit verringert, dagegen die Fettmenge um das Doppelte erhöht, so dafs auch die Kalorienzufuhr eine bedeutende Vermehrung erfuhr. Die Einfuhr betrug alsdann 76,5 g Eiweifs, 155,7 g Fett und 220,7 g Kohlehydrate = 2658,7 Kalorien.

Mit derselben Nahrungsmenge wurden im Anschlufs daran noch andere, hier nicht weiter hergehörige Stoffwechseluntersuchungen[75][76], welche in dem einen Falle 24, in dem andern Falle 35 Tage dauerten, ausgeführt. Es konnte unter anderem darin gezeigt werden, dafs die in der vorstehenden V. Periode gereichte Nahrung genügend war. Bei der Länge des Versuchs und bei der täglich verschiedenen Nahrungsaufnahme, wenigstens in den ersten drei Perioden, ist es nicht angängig, die genauen Einzelheiten über sämtliche 50 Tage hier niederzulegen. Ich beschränke mich daher auf ein Beispiel von 3 Tagen aus der II. Periode.

1. Tag der II. Periode:

			Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
9 Uhr:	138,0 g Brot	200 g Wasser			
	30,0 g Fett				
12 Uhr:	91,0 g Brot	200 g »			
	30,0 g Cervelatwurst				
4 Uhr:	30,0 g Käse	200 g »	24,0	3,6	160
6 Uhr:	25,0 g Cervelatwurst		9,9	29,1	—
	100,0 g Brot	200 g »	—	60,0	—
	10,0 g Käse	600 g »	7,7	9,2	—
	30,0 g Fett		73,4	99,0	197,6

Gesamtaufnahme: 405 g Brot, 105 g Büchsenfleisch, 60 g Fett, 100 g Käse, 1000 g Wasser.

2. Tag der II. Periode:

			Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate
9 Uhr:	130,0 g Brot	100 g Wasser			
	30,0 g Fett	200 g »			
12 Uhr:	90,0 g Brot				
	105,0 g Büchsenfleisch	200 g »	29,5	4,4	197,6
6 Uhr:	100,0 g Käse		24,6	11,5	—
	195,0 g Brot	200 g »	—	60,0	—
	30,0 g Fett	300 g »	19,3	23,1	—
			73,4	99,0	197,6

Gesamtaufnahme: 405 g Brot, 105 g Büchsenfleisch, 60 g Fett, 100 g Käse, 1000 g Wasser.

3. Tag der II. Periode:

			Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate
9 Uhr:	112,0 g Brot	200,0 g Wasser			
	20,0 g Cervelatwurst				
12 Uhr:	160,0 g Brot				
	30,0 g Fett	200,0 g Wasser	28,3	4,2	189
6 Uhr:	116,0 g Brot	200,0 g »	3,6	10,6	—
	50,0 g Büchsenfl.	300,0 g Selterwasser	11,7	5,5	—
	60,0 g Käse	250,0 g Wasser	11,5	3,6	—
		50,0 g »	—	30,0	—
			55,1	64,1	189

Gesamtaufnahme: 388 g Brot, 20 g Cervelatwurst, 50 g Büchsenfleisch, 60 g Käse, 30 g Fett, 1200 g Wasser.

(Siehe Tabelle VII [Stoffwechselversuch] auf S. 50—53.)

Versuch und Resultate des Versuchs.

Die Tabelle des Stoffwechselversuchs enthält die Einnahmen und Ausgaben des Tages, die Kalorien der eingeführten Nahrung und das Körpergewicht. Der Gesamteinfuhr an N ist die Gesamtausfuhr gegenübergestellt und daraus die Bilanz gezogen.

Auf der Tafel der graphischen Darstellung ist eingetragen das Körpergewicht, Einfuhr und Ausfuhr des Stick-

stoffs, die Kohlehydrate, das Fett und die Kalorien. Betrachten wir die Ergebnisse des Stoffwechselversuchs, so fällt zuerst in die Augen, dafs das Stickstoffgleichgewicht erst in der letzten Periode erreicht wird. Bis dahin besteht stets eine Mehrausscheidung von Stickstoff, welche ihren Grund in der zu geringen Einfuhr an Eiweifs hat.

Bei der Ausführung des Stoffwechselversuchs wurde davon ausgegangen, zunächst die Gröfse der Stickstoffausfuhr bei sehr geringer Einfuhr zu ermitteln. Deshalb wurden in der eiweifsarmen Kost nur 51,3 g Eiweifs dem Organismus gereicht. Die Kohlehydratmenge machte ebenfalls nur die kleine Hälfte des Voitschen Quantums aus —184 g, nur die Fettmenge war genügend = 62 g. Da der Körper vor dem Versuch im N-Gleichgewicht oder doch in annäherndem Gleichgewicht sich befunden hatte, so antwortete er mit einer Stickstoffmehrausfuhr von —2,8 g. Diese Zahl ist bei der geringen Einfuhr von 8,21 g N als recht bedeutend zu bezeichnen.

Die weitere Betrachtung der einzelnen Tageszahlen zeigt aufserdem derartige Schwankungen in der Eiweifseinfuhr, dafs richtige Mittelwerte schwer abzuleiten sind; gleichzeitig läfst die Kurve aber auch erkennen, wie grofs die Schwankungen in der Stickstoff-Ein- und Ausfuhr bei willkürlich genossenen Nahrungsmengen sind und sein können.

Um die Unregelmäfsigkeiten einigermafsen zu vermindern oder auszugleichen, wurde deshalb in der II. Periode, in welcher zwar auch die Nahrung nicht zugemessen aber doch etwas einheitlicher gestaltet wurde, eine kleine Änderung. Die Eiweifs- und Fettzufuhr wurden um ein Geringes vermehrt und sie betrugen nun 56,7 für Eiweifs und 73,7 für Fett. Für die Stickstoffbilanz hatte diese Änderung keinen Einflufs. Die Stickstoffausfuhr sinkt und steigt mit der Stickstoffeinfuhr und bleibt innerhalb der 12 Versuchstage im Mittel 3,11 g unter der Einfuhr zurück. Die Folge davon ist ein Sinken des Körpergewichts von 67 kg auf 66 kg.

(Fortsetzung des Textes auf S. 54.)

Tabelle VIII. **Stoffwechselversuch**

Perioden	Versuchstag	Einnahmen: Wasserfreie feste Nahrung in g	Flüssigkeit	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Gesamt-Einfuhr an N	Kalorien
I. Periode. Willkürliche analys. Nahrung. Sehr geringe Mengen von Eiweifs und Kohlehydrate.	1	820	1420	77,3	75,8	203,5	12,37	1856,2
	2	785	2400	62,5	43,5	165,4	12,38	1338,9
	3	820	1130	59,3	74,0	152,2	9,62	1554,7
	4	780	1200	41,5	70,2	180,3	6,64	1562,1
	5	955	1050	61,3	41,3	179,3	9,79	1371,4
	6	710	1980	34,6	44,9	223,0	7,21	1473,8
	7	820	1300	48,0	85,7	180,1	7,68	1732,4
	8	665	1600	47,5	90,7	189,2	8,72	1814,0
	9	995	1050	36,2	43,0	226,8	5,79	1378,0
	10	580	870	42,2	56,9	142,8	6,75	1278,3
Mittel aus Tag: 1—10		793	1400	51,3	62,5	184,2	8,21	1585
II. Periode. Willkürliche analys. Nahrung. Eiweifs und Fett wenig vermehrt.	11	484	1400	42,0	101,9	160,0	6,72	1775,8
	12	670	1060	48,4	99,0	197,6	11,74	1041,8
	13	548	1200	55,1	64,1	189,0	88,2	1596,9
	14	595	1600	60,1	42,9	184,0	9,60	1399,8
	15	535	1000	57,3	75,2	168,3	9,17	1624,3
	16	549	750	53,5	78,5	187,3	8,56	1717,2
	17	596	1100	49,0	75,0	202,0	7,84	1726,6
	18	602	850	69,0	54,1	176,0	11,04	1507,6
	19	625	900	66,9	41,2	192,8	10,70	1547,8
	20	415	750	37,1	80,3	134,0	5,53	1448,2
	21	725	680	62,7	120,7	256,2	10,08	2429,9
	22	490	800	54,3	52,5	161,0	8,69	1369,9
Mittel aus Tag: 11—22		569	1000	56,7	73,7	184,0	9,07	1598,8
III. Periode. Kalorienvermehrung durch Erhöhung der Eiweifs- und Fettmenge.	23	707	900	71,5	117,1	222,0	11,44	2292,3
	24	667	830	80,1	85,1	192,8	12,81	1910,2
	25	532	1100	60,5	95,5	140,0	9,68	1710,1
	26	720	810	62,9	122,9	244,0	10,07	2401,1
	27	660	950	70,0	47,4	214,7	11,20	1608,0
	28	675	850	72,7	47,5	214,7	11,63	1620,0
	29	690	1300	69,5	105,2	224,5	11,12	2183,7
	30	675	1300	75,3	51,4	185,5	12,00	1547,2
Mittel aus Tag: 23—30		666	880	70,8	84,0	204,8	11,24	1909,1

in sechs Perioden.

Tabelle VII.

Körpergewicht	Ausgaben: Kot feucht	Ausgaben: Kot lufttrocken	Ausgaben: Harn-Menge	Ausgaben: Harn N	Ausgaben: Kot N	Ausgaben: Gesamt-Ausfuhr an N	Bilanz: N pro die	Bilanz: N im Mittel	Bemerkungen
67,0	270	30	1020	8,36	1,83	10,19	+ 2,18		
65,7	220	25	1880	15,41	1,52	16,98	— 4,55		
66,0	210	28	1040	8,53	1,70	10,28	— 0,61		
65,0	270	23	810	6,64	1,40	8,04	— 1,40		
65.5	300	35	880	7,21	2,13	9,84	+ 0,45	— 2,81	
66,0	210	32	1880	15,41	1,95	17,36	—10,15		
66,0	190	40	840	6,88,	2,44	9,32	— 1,64		
66,8	180	26	1310	10,74	1,28	12,02	— 3,30		
66,3	270	48	670	5,49	3,92	9,41	— 4,62		
67,0	160	28	690	5,65	1,75	7,40	— 0,65		
	228	31,5	1002	9,03	1,99	11,02			
67,0	70	22	790	12,40	1,23	13,63	— 6,91		
66,9	125	30	780	10,90	1,68	12,58	— 0,84		
67,0	145	35	790	10,35	1,96	12,31	— 3,49		
66,9	80	20	870	10,26	1,12	11,38	— 1,78		
67,1	80	21	1070	11,66	1,17	12,83	— 3,66		
66,5	125	30	790	10,03	1,68	11,71	— 3,15		
66,6	115	15	1000	10,70	0,84	11,54	— 3,70	— 3,11	
66,6	160	20	850	10,54	1,12	11,66	— 0,62		
66,2	80	23	1050	12,81	1,28	14,09	— 3,39		
66,1	50	10	670	9 98	0,56	10,54	— 4,51		
66,0	190	25	630	12,97	1,40	14,37	— 4,84		
66,1	85	11	710	8,87	0,67	9,54	— 0,85		
	107	22	841	10,96	1,22	12,18			
66,1	185	30	890	10,68	1,68	12,36	— 0,92		
66,3	100	26	1120	10,97	1,40	12,37	+ 0,44		
65,8	210	48	1020	12,85	2,80	15,65	— 5,97		
65,8	180	30	1070	12,58	1,68	14,26	— 4,19		
66,0	120	21	730	8,91	1,12	10,03	+ 1,17	— 2,11	
65,9	80	15	860	10,93	0,84	11,77	— 0,14		
65,9	215	40	1000	11,92	2,24	14,16	— 3,04		
66,3	220	38	1270	14,08	2,18	16,26	— 4,26		
	164	31	995	11,61	1,74	13,35			

Fortsetzung

Perioden	Versuchstag	Einnahmen						
		Wasserfreie feste Nahrung in g	Flüssigkeit	Eiweiß	Fett	Kohlehydrate	Gesamt-Einfuhr an N	Kalorien
IV. Periode. Zugemessene Nahrung. Dieselbe Kalorienmenge, erhöhte Eiweißmenge.	31	680	1250	79,4	71,0	229,3	12,78	1925,3
	32	610	850	79,9	44,3	195,2	12,78	1579,8
	33	700	950	79,4	93,7	224,0	12,78	2115,3
	34	655	900	79,4	83,8	195,2	12,78	1798,4
	35	655	1100	78,1	76,0	204,9	12,48	2267,1
Mittel aus Tag: 31—35		660	1010	79,2	78,6	207,7	12,70	1987,2
V. Periode. Zugemessene Nahrung. Erhöhung der Fettmenge um das Doppelte. Kalorienvermehrung Genügende Nahrung.	36	650	1150	77,4	145,2	224,0	12,88	2556,0
	37	730	1300	77,0	151,1	224,0	12,82	2639,3
	38	690	1450	78,6	149,6	175,6	12,57	2432,4
	39	750	1300	76,2	171,1	224,0	12,19	2822,0
	40	740	800	76,2	155,1	224,0	12,19	2673,2
	41	762	1150	76,2	160,0	224,0	12,19	2718,0
	42	735	1050	76,2	161,0	224,0	12,19	2727,3
	43	720	700	76,2	141,0	224,0	12,19	2542,1
	44	750	1350	76,2	156,0	224,0	12,19	2681,6
	45	735	1300	76,2	156,0	224,0	12,19	2681,6
	46	735	1400	76,2	156,0	224,0	12,19	2681,6
	47	740	1150	76,2	156,0	224,0	12,19	2681,6
	48	735	1300	76,2	156,0	224,0	12,19	2681,6
	49	735	1200	76,2	156,0	224,0	12,19	2681,6
	50	735	800	76,2	156,0	224,0	12,19	2681,6
Mittel aus Tag: 36—50		729	1160	76,5	155,7	220,7	12,23	2658,7
Mittel aus Tag: 36—39				77,8	154,2	211,9	12,36	2614,9
Mittel aus Tag: 40—50				76,2	155,8	224,0	12,19	2675,6

(Graphische Darstellung

zu Tabelle VIII.

Körpergewicht	Ausgaben: Kot feucht	Ausgaben: Kot lufttrocken	Ausgaben: Harn-Menge	Ausgaben: Harn N	Ausgaben: Kot N	Ausgaben: Gesamt-Ausfuhr an N	Bilanz: N pro die	Bilanz: N im Mittel	Bemerkungen
66,0	105	21	1050	11,93	1,13	13,06	— 0,33		
65,8	75	20	1240	15,83	1,12	16,95	— 4,17		
65,6	145	35	960	13,00	1,96	14,96	— 2,28	— 2,76	
65,7	120	31	930	13,59	1,68	15,27	— 2,49		
65,9	150	25	1390	15,72	1,40	17,12	— 4,64		
	115	26	1114	14,01	1,45	15,46			
65,5	150	40	910	11,87	2,04	13,91	— 0,53		
65,5	162	40	1100	11,88	2,04	13,92	— 1,60		
66,0	175	28	1360	13,40	1,42	14,82	— 2,25		
65,9	115	30	1200	11,55	1,53	13,08	— 0,89		
65,8	166	25	1050	9,87	1,27	11,14	+ 1,05		
65,5	195	32	830	9,11	1,60	10,71	+ 1,48		
65,6	148	28	1070	10,00	1,40	11,40	+ 0,59	+ 0,22	
65,9	125	35	800	10,87	1,75	12,62	— 0,43		
65,8	145	25	780	9,12	1,25	10,37	+ 1,32		
65,8	182	37	850	9,71	1,85	11,56	+ 0,63		
66,0	155	25	910	9,47	1,25	10,72	+ 1,47		
66,4	178	21	1170	9,63	1,05	10,68	+ 1,51		
66,5	145	32	1050	11,21	1,60	12,81	— 0,62		
66,7	130	33	980	9,88	1,65	11,53	+ 0,66		
66,8	156	27	1200	9,50	1,35	10,85	+ 1,34		
	156	31	1030	10,47	1,54	12,01			
				12,18	1,75	13,93		— 0,57	
				9,85	1,45	11,20		+ 0,99	

am Ende der Arbeit.)

Da bei dieser Kost kein Stickstoffgleichgewicht zu erreichen war, wurde die gesamte Nahrung insofern verbessert, als in der III. Periode erheblich mehr Eiweifs $= 70,3$ g, mehr Kohlehydrate $= 205$ g und auch etwas Fett $= 84$ g in Form von Brot und Käse eingeführt wurde. Die Kalorienmenge steigt dadurch auf 1909. Nichtsdestoweniger fährt der Organismus fort, die ihm zugeführten, gröfseren Eiweifsmengen wieder zu zerstören, so dafs die ausgeschiedene Stickstoffmenge parallel mit der eingeführten Stickstoffmenge steigt. Der Erfolg dieser 9tägigen Periode ist eine abermalige Minusbilanz von 2,11 g N.

Hiermit war der Beweis geliefert, dafs bei fortgesetzter, freiwilliger Einfuhr der Nahrungsmittel infolge der ganz erheblichen Tagesschwankungen und bei dem niederen Kalorienwert von nur 1909 g die Stickstoffbilanz stets negativ bleiben würde.

Aus diesem Grunde wurde unter nochmaliger weiterer Erhöhung des Eiweifsquantums die Nahrung zugemessen, vorläufig aber unter Verminderung von etwas Fett die Kalorienmenge noch nicht erhöht.

Wie zu erwarten war, wurde auch jetzt noch unter dem Einflufs der geringen Kaloriengröfse das zugeführte Eiweifs nutzlos gemacht, so dafs eine Minusbilanz von 2,76 g N bestehen blieb.

Erst als in der letzten Periode die Fettration um das Doppelte vergröfsert und dadurch die Kalorien von 1937 auf 2658 stiegen, verringerte sich die Stickstoffausfuhr vom 3. Tage an und sank alsbald unter die Stickstoffeinfuhr. Am Ende der 15tägigen Periode konnte im Mittel eine Plusbilanz von 0,22 g konstatiert werden.

Da dieser günstige Erfolg lediglich der erhöhten Zufuhr von Fett resp. der vergröfserten Kalorienmenge zuzuschreiben ist, so wäre möglicherweise ein N-Gleichgewicht schon bei niederer Eiweifszufuhr eingetreten. Die stattgefundene Verringerung derselben von 79,2 g auf 76,5 g während dieser V. Periode spricht, da doch die Stickstoffausfuhr verringert wurde, sehr dafür.

Da wir natürlich mit Sicherheit dies nicht ohne Versuche beweisen können, so bleibt nur zu konstatieren übrig, dafs sich der Organismus mit einer Kost von **76,5 g Eiweifs, 155,7 g Fett** und

220,7 g Kohlehydrate = 2658,7 Kalorien ins Stickstoffgleichgewicht setzen konnte. Dafs dieser Erfolg dauernd wár, ergaben zwei schon obengenannte Stoffwechselversuche von 24- und 35tägiger Dauer, die im Anschlufs hieran angestellt wurden und während deren ich mich ebenfalls auf dem Stickstoffgleichgewicht erhalten habe.

Abstrahieren wir die ersten 3 bis 4 Tage der letzten Periode, welche noch unter dem Einflufs der vorigen Perioden standen und eine Minusbilanz ergaben und berechnen aus den Versuchstagen 40—50 die Stickstoffbilanz, so wird das Plus noch gröfser und erreicht 0,99, also beinahe 1 g N = 6,25 g Eiweifsansatz pro die. Diese Thatsache läfst ebenfalls den Schlufs zu, dafs der Eiweifsgehalt der Nahrung von 76,5 g nicht ganz nötig war.

Ob die Eiweifsmenge durch noch weitere Zufuhr von Fett resp. Kohlehydrate, d. h. also durch weitere Erhöhung der Kalorienmenge hätte noch weiter herabgesetzt werden können, entzieht sich für diesen Versuch unserer Beurteilung. Möglich scheint es allerdings nach den Untersuchungen von Hirschfeld, Kumagava, Klemperer, Preisacher.

Das Körpergewicht, welches dauernd bis auf 65,5 kg gefallen war, nimmt in der letzten Periode wieder schnell zu und erreicht am Ende derselben wieder die frühere Gröfse von 67 kg.

Interessant ist auch in diesem Versuche die beiläufig konstatierte Thatsache, welche von Voit gefunden wurde, dafs bei vermehrter Zufuhr von Eiweifs auch eine vermehrte Zersetzung eintritt. Sehr deutlich zeigt das die Kurve auf der graphischen Darstellung vom Anfang der III. bis Ende der IV. Periode. Der ganz allmählich sich vollziehende Ansatz des Eiweifses kommt erst deutlich zur Geltung, nachdem durch die Zugabe von Fett in der V. Periode Körpereiweifs vor der Zersetzung gespart wird.

Es bleibt nun noch übrig, das Verhältnis der eiweifshaltigen zur eiweifsfreien Kost aus der Nahrung dieses Versuchs zu betrachten.

Da die Nahrungszufuhr sich in den einzelnen Perioden verschieden verhielt, so habe ich die Durchschnittszahlen

benutzt und zunächst berechnet, wie viel von 100 Kalorien auf Eiweifs, Fett und Kohlehydrate entfallen.

	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Verhältnis der Eiweifshaltigen zur eiweifsfreien Kost
I. Periode	13,6	38,1	48,3	1 : 6,4
II. »	14,5	43,0	42,5	1 : 5,9
III. »	15,0	41,4	43,6	1 : 5,9
IV. »	16.6	40,2	43,2	1 : 5
V. »	11,7	54,5	33,8	1 : 7,5
	14,3	43,4	42,3	1 : 6,1

Das Eiweifs erreicht nur einmal die von Rubner geforderte Menge von 16% in 100 Kalorien und das deckt sich somit mit den im ersten Versuch gefundenen Zahlen, d. h. es war auch hier im allgemeinen weniger Eiweifs vorhanden als in einer Normalkost. Die Zahl im ersten Versuch war allerdings noch niedriger und betrug nur 11,3%. Auch die Kalorien, die auf Fettmenge entfallen, waren dort niedriger wie hier, während die Kalorien, die auf die Kohlehydrate kamen, hier in diesem II. Versuch wesentlich höher sind: 42,3 : 64,2.

Das Verhältnis der eiweifshaltigen zur eiweifsfreien Kost beträgt in diesem Versuch 1 : 6,1, ist also so gut wie normal, obwohl man eher die Zahl der V. Periode 1 : 7,5 als die mafsgebende aufsetzen mufs, denn nur dort fand sich der Organismus im N-Gleichgewicht. Dieses Verhältnis würde genau mit dem im ersten Versuch gefundenen von 1 : 74 übereinstimmen. Die Zahlen aus der I.—IV. Periode zeigen zwar das richtige Verhältnis zwischen der eiweifshaltigen und eiweifsfreien Nahrung, und doch fand sich dabei der Organismus in Unterernährung. Hiernach würde man, wenn man die N-Bilanz des Versuches nicht kennt, nicht mit Sicherheit das wahre Ergebnis derselben ermitteln können.

Das Stickstoffgleichgewicht wurde, wie wir sehen, im II. Versuch erreicht mit 76,5 g Eiweifs, 155,7 g Fett und 220,7 g Kohlehydrate = 2658,7 Kalorien, d. i. auf **70 kg** berechnet:

79,5 g Eiweifs, 163 g Fett und **234 g Kohlehydrate = 2777 Kalorien.**

Es entfallen also auf 1 kg Gewicht **1,1 g Eiweifs** und **34,7 Kalorien.**

Hier wurde in Bezug auf die Kalorien die Rubnersche Zahl von 34,7 Kalorien pro Kilo nicht überschritten, die Eiweifsmenge wäre dagegen zu gering.

Vergegenwärtigen wir uns nochmals die im ersten Versuche gefundenen Zahlen von 71,3 g Eiweifs, 87,3 g Fett, 44,7 g Alkohol und 178 g Kohlehydrate = 2192 Kalorien, so finden wir, dafs im II. Versuch zur Einstellung in das Stickstoffgleichgewicht von allen Nahrungsstoffen mehr gebraucht wurde. Besonders ist die Fettmenge um das Doppelte vermehrt. Das Eiweifsquantum beträgt 8 g mehr wie im I. Versuch und die Kalorien sind um 600 höher.

Die Erklärung für diese Differenzen dürfte in erster Linie darin zu finden sein, dafs sich der Organismus mit verschieden zusammengesetzter und verschieden gehaltvoller Kost ins Stickstoffgleichgewicht zu setzen vermag. Es ist weiterhin nicht undenkbar, dafs der Organismus die wichtigsten Bestandteile aus einer vielseitig zusammengesetzten Kost, wie im I. Versuch, besser auszunutzen und zu verwerten weifs, als aus einer monotonen, wenig anregenden und zu einfachen Kost, wie dies im II. Versuch der Fall war. Sehr wahrscheinlich ist jedoch auch, dafs das Kostmafs im II. Versuch bereits zu hoch war und der Organismus auch mit weniger ins Stickstoffgleichgewicht gekommen wäre. Dafür spricht ja, wie wir sahen, der Ansatz in der letzten Periode.

Sei dem wie ihm wolle, es zeigt auch der II. Versuch, dafs der Organismus mit nur 71, g Eiweifs und 2777 Kalorien auf die Dauer ausgekommen ist, im Stickstoffgleichgewicht sich erhalten und aufserdem noch Eiweifs angesetzt hat.

Es bestätigt also der II. Versuch die Ergebnisse des ersten vollkommen, selbst wenn auch im II. Versuch pro Kilo 0,1 g Eiweifs und 5,2 Kalorien mehr verbraucht wurden.

III. Versuch. (Dauer 8 Monate.)

Die Beweggründe, noch einen dritten Versuch auszuführen, lagen darin, dafs ich die früher gemachten Beobachtungen noch einmal kontrollieren wollte. Anderseits war es nicht uninteressant, zu erfahren, ob und was für Veränderungen in Bezug auf Nahrungsbedürfnis innerhalb eines dreijährigen Zwischenraumes im Organismus vor sich gegangen waren.

Die genannten Versuche fielen mit einigen Unterbrechungen in die Zeit vom Mai 1900 bis Juli 1901 und wurden in Kiel im hygienischen Institut ausgeführt.

Es handelte sich, genau wie im ersten Falle, um freigewählte Kost, die nach Bedarf und Appetit eingenommen wurde. Im wesentlichen wurden die Speisen kalt genommen, nur die Kartoffeln und das Rindfleisch wurden gekocht.

Abfälle (Schalen u. s. w.) wurden vor dem Wiegen der Rohstoffe beseitigt, so dafs sie bei der Berechnung nicht in Abzug gebracht werden brauchen.

Beschäftigung und Lebensweise waren nicht verändert.

Die Bestimmung des Körpergewichtes geschah wöchentlich zweimal.

Im übrigen wurden dieselben Vorsichtsmafsregeln beobachtet wie beim I. Versuch, so dafs ich weitere Erörterungen darüber beiseite lassen kann. Nur über den Genufs von Bier ist hervorzuheben, dafs die Tagesmengen äufserst bescheidene waren. Im ganzen Monat belief sich die Menge nur auf 4,6 l, d. i. pro die ca. 150,0 im Gegensatz zu dem Verbrauch im I. Versuch, der sich pro Monat auf 36 l stellte. Ich lasse nun zunächst:

1. Die Tabelle des Gesamtnahrungsmittelbedarfs im III. Versuch folgen (Tab. IX), alsdann
2. die Tabellen über den Verbrauch von Eiweifs, Fett und Kohlehydraten in den einzelnen Monaten. (Tab. X, XI, XII.)
3. Die Zusammenfassung und Berechnung der Nahrungszufuhr auf den einzelnen Tag, nebst Angabe der Kalorien und des Preises der eingeführten Nahrung (Tab. XIII), und endlich
4. die graphische Darstellung des ganzen Versuches nebst den Kosten der Nahrung. (Am Ende der Arbeit.)

Tabelle IX.

Gesamt-Nahrungsmittelbedarf an willkürlich gewählter Nahrung.
III. Versuch 1900—1901.

Nahrungsmittel	1900				1901					
	Mai	Juni	Juli	Okt.	April	Mai	Juni	Juli	Febr.	März
Rindfleisch, mager . .	1685	1000	1375	3035	3560	2475	2100	1050	5 600	6 200
Schinken . .	350	150	775	375	375	750	350	900	—	—
Häring, grätenlos .	1650	325	450	1530	600	200	125	250	—	—
Sülzewurst . .	550	1575	2200	375	125	250	125	125	—	—
Knackwurst .	1715	1225	300	265	350	480	125	300	—	—
Speck, geräuch.	200	460	—	—	125	—	—	—	—	—
Eier, ohne Schale . .	1950	1350	3000	250	1000	225	950	2200	—	—
Kondens. Milch	—	—	—	800	2400	4000	3200	1600	5 600	6 200
Butter . . .	1000	1500	2000	3500	2000	3000	3500	3100	—	—
Schweinefett .	150	420	—	—	—	—	—	—	2 520	2 790
Käse, Romat. .	975	125	250	—	425	250	125	375	—	—
Quarg, weißer Käse . . .	1100	—	—	1700	450	900	350	550	—	—
Roggenbrot .	7700	8860	7800	6500	7500	6000	7050	7200	11 200	12 400
Kartoffeln, geschält .	—	1800	—	—	1000	5800	6200	3100	—	—
Zucker, Würfel	500	325	—	250	—	250	120	560	—	—
Gurken, gesch.	—	1600	4200	2000	1200	4080	4200	2400	—	—
Äpfel, geschält	1500	—	3500	—	2000	—	—	—	—	—
Möhren . . .	300	—	—	500	—	2030	180	—	—	—
Cacao, Puder .	125	—	250	125	125	125	125	125	—	—
Kaffee, gebr. .	—	200	—	—	—	—	—	—	—	—
Olivenöl . .	—	—	250	1250	—	—	300	450	—	—
Lagerbier . .	7100	6900	6600	7000	1200	3500	2500	2100	—	Alkohol 2 020

Summa für 8 Monate:

Rindfleisch	Schinken	Häring	Sülzewurst	Knackwurst	Speck
16,3 kg	4,0 kg	5,1 kg	5,3 kg	4,8 kg	0,7 kg
Eier	**Kondens. Milch**	**Butter**	**Schweinefett**	**Käse**	**Quarg**
1,1 kg	12 kg	19,6 kg	0,6 kg	2,5 kg	5,1 kg
Brot	**Kartoffeln**	**Zucker**	**Gurken**	**Äpfel**	**Möhren**
58,6 kg	17,9 kg	2,0 kg	19,7 kg	7 kg	3 kg
	Cacao	**Kaffee**	**Öl**	**Bier**	
	1,0 kg	0,2 kg	2,3 kg	36,9 l	

Tabelle X.

Eiweiſs, Fett und Kohlehydrate in der Nahrung des III. Versuches 1900—1901.

	Mai 1900			
	Menge	Eiweiſs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	1 685	343,7	32,0	—
Schinken .	350	86,9	127,8	—
Häring . .	1 650	239,3	148,5	—
Sülzewurst	550	127,1	125,4	—
Knackwurst	1 715	391,0	195,5	—
Speck . .	200	19,0	152,0	—
Fett . . .	150	—	150,0	—
Eier . . .	1 950	243,7	235,0	9,7
Butter . .	1 000	7,0	844,0	6,0
Käse . . .	975	185,3	217,4	—
Quarg . .	1 100	372,0	66,0	9,9
Brot . . .	7 700	469,0	30,8	3257,1
Äpfel . .	1 500	6,0	—	180,0
Möhren . .	300	3,3	0,6	4,8
Cacao . .	125	26,8	33,8	19,0
Zucker . .	500	1,5	—	487,5
Summe:	21 445	2521,6	2358,0	3974,0
			Alkohol	
Bier . . .	7 100	49,7	255,6	468,6

	Juni 1900			
	Menge	Eiweiſs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	1 000	204,0	19,3	—
Schinken .	150	37,0	54,7	—
Häring . .	325	47,1	29,3	—
Knackwurst	1 225	279,3	139,6	—
Sülzewurst	1 575	363,8	359,6	—
Speck . .	460	43,7	420,0	—
Eier . . .	1 350	168,8	157,3	6,8
Butter . .	1 500	10,5	1266,0	9,0
Fett . . .	420	—	420,0	—
Käse . . .	125	23,8	27,8	—
Brot . . .	8 860	540,0	35,4	4584,0
Kartoffeln .	1 800	36,0	3,6	372,0
Zucker . .	325	9,7	—	316,8
Gurken . .	1 600	19,2	1,6	32,0
Kaffee . .	200	27,8	29,0	1,2
Summe:	21 115	1811,7	2962,6	5821,8
			Alkohol	
Bier . . .	6 900	48,3	248,4	455,4

	Juli 1900			
	Menge	Eiweiſs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	1 375	280,5	26,1	—
Schinken .	775	191,4	272,7	—
Häring . .	450	75,3	40,5	—
Knackwurst	300	68,4	34,2	—
Sülzewurst	2 200	508,2	491,6	—
Eier . . .	3 000	375,0	363,0	—
Butter . .	2 000	14,0	1680,0	12,0
Käse . . .	250	47,5	55,7	—
Brot . . .	7 800	511,8	31,2	3666,0
Gurken . .	4 200	50,4	4,2	84,0
Äpfel . .	3 500	14,0	—	420,0
Cacao . .	250	23,8	67,5	38,0
Öl	250	—	250,0	—
Summe:	29 100	2160,8	3316,7	4220,0
			Alkohol	
Bier . . .	6 600	46,2	287,0	435,6

Tabelle XI.

Eiweifs, Fett und Kohlehydrate in der Nahrung des III. Versuches 1900—1901.

	Oktober 1900					April 1901					Mai 1901			
	Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate		Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate		Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	3 035	618,8	38,8	—	Rindfleisch	3 560	726,2	67,6	—	Rindfleisch	2 475	504,9	27,0	—
Schinken .	375	92,6	136,8	—	Schinken .	375	92,6	136,8	—	Schinken .	750	185,3	273,8	—
Häring . .	1 530	221,8	137,7	—	Häring . .	650	94,3	58,5	—	Häring . .	200	29,0	18,0	—
Sülzewurst.	375	86,6	85,6	—	Knackw. .	350	79,8	39,9	—	Sülzewurst.	250	37,7	57,0	—
Knackw. .	265	60,4	30,2	—	Sülzewurst.	150	34,6	34,2	—	Knackw. .	480	109,4	54,5	—
Öl. . . .	1 250	—	1250,0	—	Speck . .	125	11,9	85,0	—	Eier . . .	225	28,1	27,2	—
Eier . . .	250	31,3	30,2	1,3	Eier . . .	1 000	125,0	121,0	5,0	Milch . .	4 000	772,0	416,0	1672,0
Kond.Milch	800	154,4	83,2	334,4	Kond.Milch	2 400	463,2	249,6	1003,2	Butter . .	3 000	21,0	2532,0	18,0
Butter . .	3 500	245,0	2955,0	21,0	Butter . .	2 000	14,0	1688,0	12,0	Käse . . .	250	47,5	33,7	—
Quarg . .	1 700	622,2	102,0	15,3	Käse . . .	425	80,8	94,8	—	Quarg . .	900	329,4	54,0	8,1
Brot . . .	6 500	396,5	26,0	3055,0	Quarg . .	450	164,7	27,0	40,5	Brot . . .	6 000	366,0	24,0	2820,0
Zucker . .	250	7,5	—	243,0	Roggenbrt.	7 500	457,5	30,0	3525,0	Kartoffeln .	5 800	116,0	11,6	1200,6
Gurken . .	2 000	24,0	2,0	24,0	Kartoffeln .	1 000	20,0	2,0	207,0	Zucker . .	250	7,5	—	243,0
Möhren . .	500	5,5	10,0	8,0	Zucker . .	250	0,7	—	243,8	Gurken . .	4 080	48,9	4,0	81,6
Kakao . .	125	26,8	33,8	19,0	Gurken . .	1 200	14,4	1,2	24,0	Möhren . .	2 030	22,3	4,0	32,5
					Äpfel . .	2 000	8,0	—	240,0	Kakao . .	125	26,8	33,8	19,0
					Kaffee . .	125	17,4	18,1	0,9					
Summe:	21 555	2573,4	3911,3	3721,0	Summe:	23 760	2405,1	2663,6	5301,7	Summe:	28 015	2653,8	3570,4	6094,8
Bier . . .	7 000	49,0	Alkohol 252,0	462,0	Bier . . .	1 200	8,4	Alkohol 43,2	79,2	Bier . . .	3 500	24,5	Alkohol 126,0	231,0

Tabelle XII.

Eiweifs, Fett und Kohlehydrate in der Nahrung des III. Versuches 1900—1901.

Juni 1901	Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	2 100	428,4	38,7	—
Schinken	350	86,9	127,8	—
Häring	125	18,1	11,3	—
Sülzewurst	125	28,9	28,5	—
Knackw.	125	28,6	14,3	—
Eier	950	118,8	114,9	4,7
Milch	3 200	617,6	332,8	1337,6
Butter	3 500	245,0	2955,0	21,0
Käse	125	23,8	16,7	—
Quarg	350	128,1	21,0	3,2
Brot	7 050	430,0	28,2	3313,5
Kartoffeln	6 200	124,0	12,4	1283,4
Zucker	125	3,8	—	121,5
Gurken	4 200	50,4	4,2	84,0
Möhren	180	1,9	0,4	2,8
Kakao	125	26,8	33,8	19,0
Öl	300	—	300,0	—
Summe:	**31 130**	**2371,1**	**4040,0**	**6190,7**
			Alkohol	
Bier	**2 500**	**17,5**	**80,0**	**165,0**

Juli 1901	Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	1 050	216,0	19,9	—
Schinken	900	222,3	328,5	—
Häring	250	36,2	22,6	—
Sülzewurst	125	28,9	28,5	—
Knackw.	300	68,4	34,2	—
Eier	2 200	275,0	266,2	11,0
Kond.Milch	1 600	308,8	166,4	668,8
Butter	3 100	21,7	2616,4	18,6
Käse	375	71,4	50,1	—
Quarg	550	198,0	33,0	4,9
Brot	7 200	439,0	28,8	3384,0
Kartoffeln	3 100	62,0	6,2	641,7
Zucker	560	1,6	—	546,0
Gurken	2 400	28,8	2,4	32,0
Kakao	125	26,8	33,8	19,0
Öl	450	—	450,0	—
Summe:	**24 805**	**2009,3**	**4087,0**	**5826,0**
			Alkohol	
Bier	**2 100**	**14,7**	**75,6**	**138,8**

Februar 1901	Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	5 600	1144,0	108,0	—
Kond.Milch	5 600	1078,0	582,4	2340,8
Schweinef.	2 520	—	2520,0	—
Roggenbrt.	11 200	902,7	51,5	4793,6
Summe:	**24 920**	**3124,7**	**3261,9**	**7184,4**

März 1901	Menge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
Rindfleisch	6 200	1266,6	119,6	—
Kond.Milch	6 200	1193,5	644,8	2591,6
Schweinef.	2 790	—	2790,0	—
Roggenbrd.	12 400	999,4	57,0	5307,2
Summe:	**27 590**	**3459,5**	**3611,4**	**7898,8**
			Alkohol	
Alkohol		—	**7272,0**	—

Täglicher Nahrungsbedarf an willkürlich gewählten Nahrungsmitteln bei Genuſs von geringen Mengen Biers.

Tabelle XIII. (Während einer Dauer von acht Monaten. 1900—1901.)

Jahr	Monat	Menge aufgenommener Nahrung in g			In der alkoholfreien Nahrung				In Bier				Gesamt-Aufnahme				Körpergewicht	Kosten				Gesamt-Kosten	
		Feste	Flüssige															der festen Nahrung		des Bieres			
			Kond. Milch	Bier	Eiweiſs	Fett	Kohlehydrate	Kalorien	Eiweiſs	Alkohol	Kohlehydrate	Kalorien	Eiweiſs	Fett	Kohlehydrate	Kalorien		pro Monat in M.	pro die in M.	pro Monat in M.	pro die in M.	pro Monat in M.	pro die in M.
1900	Mai	690	—	229	81,3	76,1	128,2	1566,7	1,6	8,2	15,1	127,4	82,9	76,1	143,3	1694,1	71—72	22,35	72	2,20	7,3	24,55	0,79
1900	Juni	703	—	230	60,3	98,7	177,3	1892,0	1,6	8,0	15,2	126,4	61,9	98,7	192,5	2018,4	71—72	18,15	61	2,10	7,0	20,25	0,68
1900	Juli	939	—	213	69,7	106,8	136,1	1837,0	1,5	7,8	14,5	121,7	71,2	106,8	150,6	1958,7	71—72	22,80	73	2,00	6,4	24,80	0,79
1900	Okt.	669	26	230	83,0	126,2	120,0	2105,3	1,6	8,1	14,9	125,1	84,6	126,2	134,9	2230,4	72	22,10	71	2,15	6,9	24,25	0,78
1901	April	719	80	40	80,0	88,7	172,9	1855,2	0,3	1,4	2,5	21,5	80,3	88,7	175,4	1876,7	72,6	23,80	79	0,40	1,3	24,20	0,80
1901	Mai	775	129	113	85,6	115,1	169,7	2117,1	0,8	4,1	7,7	64,4	86,4	115,1	177,4	2181,5	72—72,5	27,40	88	1,10	3,7	28,50	0,92
1901	Juni	931	106	83	76,5	130,0	199,0	2338,5	0,6	2,6	5,5	44,0	77,1	130,0	204,5	2382,5	72—72,5	25,45	82	0,75	2,4	26,20	0,84
1901	Juli	835	51	68	64,8	131,6	168,7	2181,1	0,5	2,5	5,3	41,7	65,3	131,6	174,0	2222,8	72—72,5	20,40	66	0,65	2,0	21,05	0,68
Mittel aus 8 Monaten		783	78	151	75,1	109,1	158,8	1973,5	1,1	5,5	10,1	84,0	76,2	109,1	168,9	2057,5		22,81	73	1,42	4,4	24,23	0,77

Der Bedarf stellt sich für ein Jahr hiernach auf:

		Feste	Kond. Milch	Bier	Eiweiſs	Fett	Kohlehydrate	Kalorien	Eiweiſs	Alkohol	Kohlehydrate	Kalorien	Eiweiſs	Fett	Kohlehydrate	Kalorien	Körpergewicht	pro Monat in M.	pro die in M.	pro Monat in M.	pro die in M.	pro Monat in M.	pro die in M.
		285,7 kg	28,5 kg	54,1 Lit.	27,4 kg	39,8 kg	57,6 kg	720327 Kalor.	0,4 kg	2,0 Lit.	3,7 kg	30660 Kalor.	27,8 kg	39,8 kg	61,3 kg	750987 Kalor.		273,72 M.		17,04 M.		290,76 M.	

Täglicher Nahrungsbedarf bei zugemessener Kost mit und ohne Akohol.

		Feste	Kond. Milch	Bier	Eiweiſs	Fett	Kohlehydrate	Kalorien	Eiweiſs	Alkohol	Kohlehydrate	Kalorien	Eiweiſs	Fett	Kohlehydrate	Kalorien	Körpergewicht	pro Monat in M.	pro die in M.	pro Monat in M.	pro die in M.	pro Monat in M.	pro die in M.
1901	Febr.	690	200	—	111,6	116,5	254,8	2585,6	—	—	—	—	111,6	116,5	254,8	2585,6	72—72,5	25,40	0,90	—	—	25,4	0,90
1901	März	690	200	65 Alkohol	111,6	116,5	254,8	2585,6	—	65	—	468,0	111,6	116,5	254,8	3053,6	72,5—73	26,85	0,90	—	—	26,85	0,90 ohne Alkohol

In den 8 Monaten des Versuches wurden verbraucht:

209 kg feste Nahrung und 36,1 l Lagerbier oder 18,5 kg Eiweifs, 26,5 kg Fett, 40,9 kg Kohlehydrate und 1,3 l Alkohol.

Auf einen Monat entfallen demnach 26 kg feste Nahrung und 4,5 l Bier oder 2,3 kg Eiweifs, 3,3 kg Fett, 5,1 kg Kohlehydrate und 0,16 l Alkohol.

Pro Tag beläuft sich die Einfuhr auf 861 g feste Nahrung und 150 ccm Bier oder **76,2 g Eiweifs, 109 g Fett, 168,9 g Kohlehydrate** und **5,5 g Alkohol.**

Trennen wir auch hier in der Berechnung die feste Nahrung von dem Bier, so erhalten wir pro die:

	Eiweifs	Alkohol resp.	Fett	Kohlehydrate
in der alkoholfreien Nahrung	75,1	—	109,1	158,8
im Bier	1,1	5,5	—	10,1
Gesamtaufnahme	76,2	5,5 A.	109,1 F.	168,9

Auf **70 kg Körpergewicht** berechnet, würden die Gesamtmengen betragen pro die:

74 g Eiweifs, 106,1 g Fett, 5,3 g Alkohol und **164,2 g Kohlehydrate,** d. i. pro kg

1,0 g Eiweifs, 1,5 g Fett, 0,07 g Alkohol und **23,4 g Kohlehydrate.**

Von der Gesamtkalorienmenge von 500658 entfallen auf die feste Nahrung 480214 und auf das Bier 20444.

Pro Tag erhielt der Organismus

in der alkoholfreien Nahrung 1973 Kalorien,
im Bier . . . . 84 »
in der Gesamtnahrung . . . 2057 »

Auf **70 kg berechnet,** würden die Gesamtkalorien pro die betragen:

1999 Kalorien, d. s. pro kg Körpergewicht **28,5 Kalorien.**

Bringen wir an diesen Zahlen noch die Korrektion für den nicht resorbierbaren Teil der Nahrung an, so erhalten wir folgende Reinwerte (auf 70 kg berechnet):

	Eiweifs	Fett	Alkohol	Kohlehydrate
	61,42 g	95,5 g	4,7 ccm	152,7 g
d. i. pro kg	0,88 »	1,4 g	0,06 ccm	21,8 g

Aus dieser Zusammenstellung geht wiederum hervor, dafs ich mich in einem Zeitraum von 240 Tagen mit einem recht bescheidenen Eiweifsquantum auf dem Gleichgewicht halten konnte.

Mein Wohlbefinden während des Versuches war in keiner Weise gestört. Widerwillen oder Unbehagen gegen die gereichte Nahrung, wiewohl es die meisten Tage nur mittags wie abends ›kalte Küche‹ gab, trat nie hervor. Zustände von Erschlaffung, Müdigkeit, Leere u. a., die bei eventueller Unterernährung einzutreten pflegen, habe ich nicht kennen gelernt.

Das Körpergewicht betrug am Anfang des Versuches 71,5 kg, am Ende des Versuches 72,5 kg. Die Nahrung mufste auch in dieser Beziehung ausreichend gewesen sein.

Vergleichen wir das Körpergewicht mit dem im ersten Versuch, so ist in diesem dritten Versuch dasselbe um 4 kg höher gestiegen, was durch die Unterbrechung der Versuche während dreier Jahre hinreichend erklärt ist.

Damit erklärt sich zum Teil auch der etwas höhere Eiweifsbedarf. Stellen wir jedoch die Werte für die gefundenen nötigen Nährstoffe zusammen:

	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Alkohol	Kalorien
I. Versuch: (auf 70 kg berechnet);	69,1	90,2	242,0	45,6	2427
pro kg	0,99	1,3	34,5	0,65	34,7
III. Versuch: (auf 70 kg berechnet)	74,0	106,1	164,2	5,3	1999
pro kg	1,0	1,5	23,4	0,07	28,5

so finden wir, dafs im III. Versuch pro die 5,0 g mehr Eiweifs in der Nahrung verbraucht wurden. Auch das Fett erfuhr eine Erhöhung um 16 g pro die. Dagegen sinkt die Menge der Kohlehydrate und vor allen Dingen die Menge des Alkohols. Die Kohlehydrate erreichen einen besonders niederen Grad, und es ist anzunehmen, dafs hier das vermehrte Fett die Vertretung eines Teiles der fehlenden Kohlenhydrate übernommen hat. Immerhin bleibt die Menge hinter derjenigen des I. Versuches doch noch wesentlich zurück. Ebenso finden wir im III. Versuch 500 Kalorien weniger.

Das gibt uns Grund zu der Annahme, dafs der Organismus sich in diesem Versuche wiederum in

ein drittes neues Eiweifsgleichgewicht eingestellt hat. Das Eiweifsquantum mit 1,0 g pro kg und die Kalorienmenge mit 28,5 pro kg liegen ja weit unterhalb der normalen Voitschen Forderung, so dafs, wenn der Körper nicht mit diesen geringen Mengen hätte Haus halten können, ganz gewifs eine Verminderung des Körpergewichts die Folge gewesen wäre. Es ist also beachtenswert, dafs eine so niedere Eiweifszahl bei einem so niedrigen Calorienwert genügen konnte, und es wird anderseits wiederum die schon beim ersten Versuche ausgesprochene und von Sivén gefundene Thatsache bewiesen, dafs der Eiweifsgehalt auch ohne **Vermehrung** der Kalorien herabsinken kann, ohne den Körper zu gefährden.

In unserem Falle ist aber aufserdem noch die Kalorienmenge **vermindert** worden, und trotzdem der Körper auf seinem Gleichgewicht geblieben.

Ganz ähnlich wie im I. Versuch, steigt auch im III. Versuch die Fettmenge beinahe um das Doppelte des Voitschen Kostmafses, und es scheint mir die Annahme, dafs die Fettmenge bei Voit etwas zu tief liegt, wiederum bestätigt zu werden. Denn es erreicht dieselbe in keinem Monat auch bei ganz unbeeinflfuster willkürlicher Nahrungsaufnahme die Grenze 56 g, meist bewegt sich die Zahl um 90—100 g.

Während im I. Versuch der Bierkonsum sich auf ca. 1200 ccm pro Tag belief, wurde derselbe in diesem Versuch so gut wie eingeschränkt. Nur alle 2—3 Tage legte ich der Kost eine Flasche Bier bei. Ich verfolgte dabei die Absicht, zu ermitteln, ob man ohne Schwierigkeit auf längere Zeit hinaus den Alkohol möglichst vermeiden könne, und zweitens, ob die Nahrungsaufnahme in irgendwelcher Weise dabei beeinflufst würde. Letzteres scheint nicht der Fall zu sein, wenn man nicht etwa in der vermehrten Fettzufuhr ein Äquivalent für das Fehlen des stark Kalorien bildenden Alkohols finden will.

Den Alkohol ganz zu vermeiden, ist jedenfalls nicht schwer; es war zu dieser Zeit ebenso wenig Bedürfnis zum dauernden

Genufs desselben vorhanden wie bei meinem Alkoholversuch [75]), dem eine 70tägige Karenzzeit vorausging.

Die minimalen Mengen, die in diesem Versuch genossen wurden, beeinflussen natürlich nur in sehr geringem Mafse die eingeführte Nahrung. Sie sind auf der graphischen Tabelle am Ende der Linien angetragen und betragen in den meisten Monaten nur einen kleinen Bruchteil des betreffenden Nahrungsstoffes.

Unter diesen Umständen wird auch der Preis der Nahrungsmittel kaum verändert; die Erhöhung desselben beträgt pro Tag nur 2—4 Pfg.

An sich sind auch in diesem III. Versuch die Preise der Nahrung des ganzen Tages sehr gering. Der Durchschnitt der gesamten Tagesausgabe stellt sich auf 37 Pf. ohne Bier, und 79 Pf. mit Bier, so dafs die Monatsauslagen für die gesamte Ernährung nur **24,23** M. betragen. Das ganze Jahr würde also eine Ausgabe von 290 M. erforderlich sein.

Interessant ist der Vergleich mit den Ausgaben für die Ernährung im ersten Versuch. Sie waren damals nur um wenig geringer: 71 Pfg. pro Tag; 22,20 Mk. pro Monat und 266 Mk. pro Jahr. Zieht man im dritten Versuch die Vermehrung des Körpergewichtes in Rechnung und die dadurch bedingte vermehrte Nahrungsaufnahme, so dürften die beiderseitigen Kostenangaben genau übereinstimmen. Dies wäre eine nochmalige Bestätigung der ausgesprochenen Ansicht, dafs es verhältnismäfsig leicht und auch möglich sei, sich mit geringen Ausgaben auf dem Körpergleichgewicht zu halten.

Allerdings besteht zwischen dem ersten und dritten Versuch doch ein Unterschied insofern, als im ersten Versuch der Preis für das Bier ca. $^1/_3$ des Gesamtpreises, im dritten Versuch dagegen nur ca. $^1/_{20}$ des Gesamtpreises ausmacht. Folgende Gegenüberstellung läfst dies leicht erkennen:

I. Versuch.

	Okt.	Nov.	Dez.	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Mittel
Alkoholfreie Nahrung	47	33	43	37	29	31	57	63	40	47	43
Bier . . .	25	20	22	24	29	31	29	44	34	26	28
Summa	72	53	65	61	58	62	86	107	74	73	71

III. Versuch.

	Mai	Juni	Juli	Okt.	April	Mai	Juni	Juli	Mittel
Alkoholfreie Nahrung	72	61	73	71	79	88	82	66	73
Bier	2	7	6	6	1	4	2	2	4
Summa	74	68	79	77	80	92	84	68	77

Hier ist also der Preis der festen Nahrung gestiegen, was wahrscheinlicherweise auf die Mehreinfuhr der an sich teureren fetthaltigen Speisen zurückzuführen ist.

Das Verhältnis der eiweifsfreien zur eiweifshaltigen Nahrung stimmt im dritten Versuche mit der von Rubner berechneten Zahl überein. Es beträgt 1 : 5,7, während es im ersten Versuch 1 : 7,4 betrug. Dementsprechend zeigen auch die Berechnungen, wieviel von 100 Gesamtkalorien auf Eiweifs, Fett und Kohlehydrate kommen, mehr Übereinstimmung mit den Normalzahlen.

	Von 100 Kalorien entfallen auf			Verhältnis der eiweifsfreien zur eiweifshaltigen Kost
	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	
Mai	20,6	41,7	37,7	1 : 3,8
Juni	12,5	45,4	42,1	1 : 7
Juli	14,8	50,7	34,5	1 : 5,7
Oktober	15,5	52,6	31,9	1 : 6,4
April	17,5	41,2	41,3	1 : 4,7
Mai	16,2	49,9	33,9	1 : 5,1
Juni	13,2	51,0	39,8	1 : 6,8
Juli	12,0	55,0	33,0	1 : 7,3
Mittel	15,3	48,2	36,7	1 : 5,7

Die gefundenen Werte nähern sich ebenfalls den im zweiten Versuche gefundenen:

Mittel: 14,3 43,4 42,3 1 : 6,1,

weichen dagegen von den im ersten Versuche ermittelten nicht unwesentlich ab:

Mittel: 11,3 24,5 64,2 1 : 7,4.

Hingewiesen mufs noch werden auf einen zweimonatlichen resp. zwei einmonatliche Stoffwechselversuche, welche

während einer Unterbrechung der dritten Periode im Februar und März 1901 angestellt wurden [1]) [2]). Die Zahlen, welche auf der Tabelle S. 60 notiert sind, ergeben eine gröfsere Nahrungsaufnahme, die absichtlich hoch gewählt wurde. Sie betrug pro Tag:

111,6 Eiweifs, 116,5 Fett und 254,8 Kohlehydrate
= 2585 Kalorien.

Mit diesen Mengen erhielt ich mich ebenfalls auf dem Stickstoffgleichgewicht; hiermit war der Körper zum vierten Male mit einer anders zusammengesetzten Nahrung und doch relativ niedriger Eiweifsmenge im Gleichgewicht zu erhalten gewesen.

Diese Thatsache liefse sich noch um einige Beispiele bei eigenen Stoffwechselversuchen mit Tropon, Soson, Plasmon vermehren.

Erwähnenswert erscheint mir die Beobachtung, dafs das Fett wiederum eine sehr beträchtliche Höhe erreicht, während die Kohlehydrate niedrig sind, ein Punkt, den ich oben bereits mehrfach erwähnt habe.

Von 100 Kalorien der Gesamteinfuhr entfallen bei obenstehenden Versuchen auf:

Eiweifs 17,6, auf Fett 41,8, auf Kohlehydrate 40,6.

Das Verhältnis der eiweifsfreien zur eiweifshaltigen Nahrung beträgt 1 : 4,6, kommt also den »Normalzahlen« ziemlich nahe.

Vergleich der drei Versuche unter sich und mit den Resultaten anderer Untersucher nebst den daraus gezogenen Schlufsfolgerungen.

Wenn wir die aus den zeitlich auseinanderliegenden Versuchen gewonnenen Zahlen einer Prüfung unterziehen, so ist eine Übereinstimmung in den hauptsächlichsten und wichtigsten Punkten nicht zu verkennen.

1) R. O. Neumann: Stoffwechselversuche mit Saccharin. Münch. med. Wochenschr.

2) R. O. Neumann: Stoffwechselversuche mit Alkohol. Archiv für Hygiene.

Wir hatten gefunden (auf 70 kg berechnet):

	Eiweifs	Fett	Kohlehydr.	Alkohol	Kalorien
Im 1. Versuch:	**69,1**	**90,2**	**242,0**	**45,6**	**2427,0**
pro kg:	0,99	1,3	34,5	0,56	34,7
Im 2. Versuch:	**79,5**	**163,0**	**234,0**	—	**2777**
pro kg:	1,1	2,3	33,4	—	39,7
Im 3. Versuch:	**74,0**	**106,0**	**164,2**	**5,3**	**1999**
pro kg:	1,0	1,5	23,4	0,07	28,5

Es ist selbstverständlich, dafs die ermittelten Werte unter sich bemerkbare Differenzen aufweisen mufsten, lagen doch zwischen den Versuchen zum Teil lange Pausen, und die jeweiligen Verhältnisse, unter denen die Versuche angestellt wurden, waren auch nicht immer ganz dieselben. Aber in einem, und zwar dem ausschlaggebendsten Punkte zeigen alle drei Versuche dasselbe Ergebnis: Die niedrige Eiweifsmenge, mit welcher der Organismus sich im Körper- resp. Stickstoffgleichgewicht erhielt, und zwar nicht nur während weniger Tage, sondern während einer Dauer von sehr vielen Monaten.

Die Eiweifszahlen 69,1 g, 79,5 g und 74 g liegen weit unter der Voitschen Normalgrenze von 118 g, denn sie betragen nur ca. $^3/_4$ der von ihm geforderten Eiweifsmenge; und wenn es erlaubt ist, aus den Zahlen, die im ersten und dritten Versuche auf empirischem Wege, und aus denen, die im zweiten Versuch auf experimentellem Wege gefunden wurden, ein Mittel zu ziehen, so würde diese Mittelzahl — 74,2 g Eiweifs — auch noch beträchtlich unter die von Munck gewünschte Menge von 100 g und die von Demuth für notwendig gehaltene Menge von 90 g pro die herabsinken.

Dagegen würde sie den in der Kost als genügend befundenen Zahlen von Böhm 64 g, Rechenberg 79,8 g, Breisacher 83 g, Rumpf und Schumm 83 g, Scheube 74 g ziemlich nahe kommen.

Noch niedrigere Zahlen fanden Ritter 44,7 g, Hirschfeld 41,7 g, Klemperer 36,2 g, Lapique und Marette

54,7 g, Peschel 29,3 g, Voit 66,6 g, Sivén 31,3 und Albu*) 34,1 g.

Hier ist freilich zu berücksichtigen, dafs diese Ergebnisse in den meisten Fällen sich nur aus Versuchen von kurzer Dauer ergaben, daher für die Aufstellung eines Kostmafses für praktische Zwecke nicht verwendbar sind.

In Erwägung dieser Thatsachen sagt auch Munck[72]) S. 209 — »anderseits ist es noch nicht erwiesen, dafs ein Erwachsener auf die Dauer mit 50—80 g Eiweifs pro Tag ausreicht. Die bisherigen Versuche zeigen nur, dafs der Körper eine kurze Zeit lang sich auch bei einer so geringen Menge Eiweifszufuhr auf dem stofflichen Gleichgewicht halten kann, nicht aber, dafs die Gesundheit und Widerstandsfähigkeit, sowie die Leistungsfähigkeit bei steter Zufuhr so geringer Eiweifsmengen (selbst neben übermäfsiger Zufuhr N-freier Stoffe) keinen Schaden leiden.«

Demgegenüber glaube ich nun durch meine drei Versuche bewiesen zu haben, dafs der Körper in der That mit Eiweifsmengen, welche zwischen 70 — 80 g liegen, nicht nur auf die Dauer auf seinem Gleichgewicht erhalten bleiben kann, sondern auch von seiner Leistungsfähigkeit, Gesundheit und Widerstandskraft nichts einzubüfsen braucht.

Das Körpergewicht betrug im ersten zehnmonatlichen Versuch 66—67 kg, im zweiten viermonatlichen Versuch 67 kg und im dritten zehnmonatlichen Versuch $71^1/_2 — 72^1/_2$ kg. Es war keine Gewichtsabnahme zu konstatieren, und das Wohlbefinden während der sehr langen Dauer der Versuche niemals gestört.

Es ist aber noch ein Punkt in Betracht zu ziehen. Die meisten Autoren, welche experimentell, selbst auch nur für kurze Dauer, eine so geringe Stickstoffmenge erzielten, erkauften sie mit erhöhten Zulagen an Kohlehydraten oder Fetten. So verbraucht Breisacher[7]) z. B. — auf 70 kg berechnet — neben 83 g Eiweifs 665 g Kohlehydrate, Demuth[8]) fand bei 59 g Eiweifs

*) Albu: Der Stoffwechsel bei vegetabilischer Kost. Zeitschr. f. klin. Medizin 1901. 43. Bd. Heft 1 u. 2.

650 g Kohlehydrate, Kellner und Mori[46]) bei 102 g Eiweifs 735 g Kohlehydrate, Klemperer[47]) bei 36,2 g Eiweifs **514** g Kohlehydrate, Kumagava[53]) bei 79,5 g Eiweifs 844 g Kohlehydrate, in zwei anderen Versuchen bei je 58 resp. 44 g Eiweifs 644 g Kohlehydrate, Rumpf und Schumm[107]) bei 83 g Eiweifs 790 g Kohlehydrate, Scheube[106]) bei 74 und 85 g Eiweifs 630 g Kohlehydrate.

In meinen Versuchen dagegen hielt sich die Kohlehydratmenge nicht nur nicht auf der von Voit geforderten Normalmenge von 500 g, sondern sie sank sogar, trotz der niederen Eiweifseinfuhr, auf weniger als auf die Hälfte. Die Mengen betragen im I. Versuch nur **242** g, im II. Versuch **234** g, im III. Versuch **164** g.

Hieraus darf sogar, wenigstens für meine Person, abgeleitet werden, dafs eine Verminderung des von Voit geforderten Eiweifsquantums von 118 g nicht nur bei der Erhöhung der Kohlehydrate, sondern auch bei ganz erheblicher Verminderung derselben unter 500 g stattfinden kann. Diesen Befund würden die Angaben von Sivén stützen. Allerdings darf nicht verschwiegen werden, dafs in allen meinen Versuchen das Fett eine ganz beträchtliche Erhöhung erfahren hat. Die Mengen betragen im I. Versuch **90** g, im II. Versuch **163** g und im III. Versuch **106** g. Wenn wir von dem Mittel dieser Werte — 117 g — die Normalmenge von 56 g abziehen, so bleiben 61 g Fettüberschufs = 567 Kalorien. Lassen wir diese Kalorien für eine isodyname Menge der in den Versuchen fehlenden Kohlehydrate eintreten, so würden wir doch erst eine Kohlehydratmenge von 351 g erhalten. (Das Mittel der in den Versuchen gefundenen Kohlehydratmengen ist 213 g, dazu addiert 138 g Kohlehydrate = 567 g Kalorien = 61 g Fett.) Also mit anderen Worten: Die Erniedrigung des Eiweifses bis auf 74 g war möglich ohne Schädigung des Organismus bei normaler Fettmenge von 56 g und einer Kohlehydratmenge von ca. 360 g.

Die Kalorienmengen waren nicht besonders hoch in den Versuchen. Sie betrugen nur im I. Versuch **2427**, im

II. Versuch **2777** und im III. Versuch **1999**. Die Durchschnittszahl ergibt **2367** = 33,8 Kalorien pro kg, eine Menge, welche aber doch an das von Rubner geforderte Mafs von 34 Kalorien fast ganz heranreicht.

Die Kalorienmenge in den Versuchen der oben erwähnten Autoren, welche grofse Mengen von Kohlehydraten geben, ist auch dementsprechend bedeutender, und erreicht oder überschreitet fast ausnahmslos 3000. Nur bei Hamilton und Bowie[27]) finde ich ähnliche Verhältnisse wie bei mir. Er fand in der Kost zweier Männer — auf 70 kg berechnet — 90 Eiweifs, 77 Fett und 257 Kohlehydrate = 2138 Kalorien, mit denen sie sich »nahezu im Gleichgewicht halten konnten.«

Das Verhältnis der eiweifshaltigen zur eiweifsfreien Kost in den einzelnen Versuchen ist bereits erörtert worden. Im I. Versuch war es 1 : 5,7, im II. Versuch 1 : 6,1 und im III. Versuch 1 : 7,4. Im Vergleiche zu dem Gesamtmittel aus allen 307 Untersuchungen anderer Autoren, welches 1 : 5,2 betrug, finden wir unsere Zahlen aus dem II. und III. Versuch etwas abweichend, indem das Prozentverhältnis des Eiweifses gegenüber der eiweifsfreien Nahrung zurücksteht.

Ganz ähnliche Zahlen ergeben sich naturgemäfs, wenn man die Kalorien berechnet, welche von 100 Kalorien auf Eiweifs, Fett und Kohlehydrate entfallen.

Die Mittel aus den 3 Versuchen ergeben:

	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
I. Versuch:	15,0	48,2	36,7
II. Versuch:	14,3	34,4	42,3
III. Versuch:	11,3	24,5	64,2

Die Zahlen sind unter sich recht unregelmäfsig, eins haben sie aber auch gemeinsam: Das Prozentverhältnis des Eiweifses ist recht niedrig und den gestellten Forderungen von 16% entspricht es nicht ganz. Beim Vergleich mit den Berechnungen aller anderen Untersuchungen zeigt sich aber, dafs dort ebenfalls die gröfsten Schwankungen zu finden sind, so dafs man nicht mit Sicherheit brauchbare Schlüsse daraus ziehen kann.

Über den Verbrauch der Alkoholika und die Kosten der Nahrung, sowohl mit als auch ohne Bier, ist bei den betreffenden Versuchen gesprochen worden.

Da sich die Versuche sowohl über Sommer- als auch Wintermonate erstreckten, so war Gelegenheit, die Thatsache zu beobachten, ob im Winter ein gröfseres Bedürfnis nach Nahrung vorliege als im Sommer. Es hat sich in dieser Hinsicht nichts ergeben, was für oder gegen diese Annahme spräche, offenbar wohl deshalb, weil der Körper nicht den Temperaturveränderungen so angepafst ist wie Jemand, der im Freien zu arbeiten hat. Der Stoffverbrauch und die Nahrungszufuhr war gleich gering.

Worauf diese im allgemeinen für einen 70 kg schweren Organismus geringe Nahrungszufuhr beruht, ist nicht ganz leicht zu sagen. Das Wahrscheinlichste ist die Gewohnheit an wenig Nahrung überhaupt. Ich erinnere mich nicht, jemals besonders viel gegessen zu haben. Und es scheint sich der Organismus daran zu gewöhnen und mit einer mageren, aber sonst genügenden Kost haushalten zu können. Man weifs ja anderseits auch sehr genau, dafs Jemand, der sonst »gut lebt«, eine übergenügende Nahrung zu sich nimmt, und dabei im Organismus eine Luxuskonsumption eintritt.

Vielleicht spielt als Grund für den geringen Nahrungsbedarf auch die geringe körperliche Arbeit eine besondere Rolle, obwohl das Stehen und Herumlaufen tagsüber auch Spannkräfte aufzehrt. Da mein Körper bei 72 kg normal muskulös mit leidlichem Fettpolster bekleidet ist, so ist auch der Schlufs nicht berechtigt, dafs diese Nahrung nur für einen mageren Menschen eingerichtet sei.

Die Verteilung der Nahrung geschah in der Regel auf alle 3 Stunden.

Ich mufs konstatieren, dafs diese Art von Nahrungsaufnahme mir durchaus zweckdienlich und richtig erscheint, da der Magen stets, aber nur wenig zu arbeiten hat, und eine Überanstrengung, wie z. B. nach einer grofsen Mahlzeit, ausgeschlossen ist. Die Folgen dieser Überanstrengung, die sich in grofser Müdigkeit

zu erkennen geben, bleiben aus, so dafs man sich zu jeder Tageszeit frisch und behaglich fühlt. Ich habe nach diesen Versuchen die Lebensweise unter normalen Verhältnissen ebenso eingerichtet, indem ich öfter, aber wenig Nahrung zu mir nehme, und fahre dauernd sehr gut dabei.

Nach all den vielen Versuchen und Erwägungen bleibt noch die Frage offen, welches Kostmafs sich aus dem beigebrachten Material ableiten läfst. Auch hier mufs die Antwort lauten: Ein bestimmtes Kostmafs, selbst für die eigene Person, gibt es nicht. Wir sahen ja, dafs der Körper sich in 4 verschiedene Gleichgewichte einstellen konnte, und jedesmal war eine andere Kost dabei im Spiele. Es kann nur ganz im allgemeinen ein annähernd auffallendes Kostmafs angegeben werden, und dieses dürfte, zunächst für meine Person — 70 kg — sich belaufen auf:

70—80 Eiweifs, 80—90 Fett und 300 Kohlehydrate.

Ohne dieses Kostmafs verallgemeinern zu wollen, bin ich der Überzeugung, dafs diese Menge für die meisten Menschen, welche leichte und mittelschwere Arbeit liefern, ausreicht.

Es bedarf aber noch weiterer Versuche von langer Dauer, bei denen die Fehlerquellen möglichst ausgeschaltet sind, um ein endgültiges Urteil über diese wichtige Frage zu erhalten.

Zusammenfassung.

1. Die Zusammenstellungen und einheitlichen Berechnungen der Litteraturangaben über das Kostmafs ergaben, dafs von 307 Untersuchungen, die an Familien und einzelnen Personen ausgeführt wurden, in 181 Fällen das Voitsche Eiweifsmafs von 118 g nicht erreicht wurde = 58,9 %. In 126 Fällen wurde dasselbe überschritten = 41,1 %.

Bei den Versuchen, deren Eiweifszahlen unter 118 g liegen, wurde als Mittel 80,2 g pro die gefunden, bei denen über 118 g liefs sich als Mittel 151,3 pro die berechnen.

Das Gesamtmittel aller 307 Versuche ist für Eiweifs 109,7 g.

2. Die Schwankungen in der Eiweifs-, Fett- und Kohlehydrateinfuhr sind in den genannten Versuchen ganz

enorme. Ich führe hier die zwei niedrigsten und die zwei höchsten Werte an:

	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
Niedrigste:	29,3 g; 30,1 g	3,5 g; 7,8 g	38 g; 83 g
Höchste:	212 g; 257 g	272 g; 289 g	907 g; 908 g.

3. Da die Versuche lehren, dafs unter den verschiedensten Verhältnissen und bei der möglichst verschieden zusammengesetzten Nahrung Stickstoffgleichgewicht eintrat, so erblicken wir darin die schon bekannte Thatsache, dafs es ein für alle Indviduen passendes Kostmafs nicht gibt, sondern dafs die verschiedenen Organismen imstande sind, mit verschiedenen Kostmafsen ihren Gleichgewichtszustand erhalten zu können.

4. Meine eigenen Versuche wurden von der Absicht geleitet, durch eine möglichst lange Versuchsdauer und unter möglichster Vermeidung der Versuchsfehlerquellen sowohl auf empirischem wie experimentellem Wege zunächst für meine Person das Kostmafs und die notwendige Eiweifsmenge festzustellen.

Die Versuche erstreckten sich im ganzen über einen Zeitraum von 746 Tagen und zerfielen in drei getrennte Abschnitte.

Im ersten und dritten Abschnitt, welche je 10 Monate dauerten, suchte ich das Kostmafs empirisch auf dem Wege der Berechnung festzustellen. Im zweiten Abschnitt, welcher insgesamt 120 Tage umfafste, sollten die empirisch gefundenen Thatsachen durch Stoffwechselversuche kontrolliert und ergänzt werden.

5. Das Ergebnis war folgendes:

Auf 70 kg berechnet, wurde für den Tag ermittelt ein Bedarf von:

	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Alkohol	Kalorien
I. Versuch:	**69,1**	**90,2**	**242,0**	**45,6**	**2427,0**
pro Kilo	0,99	1,3	34,5	0,56	34,7
II. Versuch:	**79,5**	**163,0**	**234,0**	—	**2777,0**
pro Kilo	1,1	2,3	33,4	—	59,7
III. Versuch:	**74,0**	**106,0**	**164,2**	**5,3**	**1999,0**
pro Kilo	1,0	1,5	23,4	907	28,5.

Subtrahiert man die nicht resorbierbaren Bestandteile der Nahrung von den gefundenen Mengen, so erhalten wir an:

	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Alkohol	Kalorien
I. Versuch:	57,3	81,2	225,0	41,0	2199,0
II. Versuch:	63,5	140,0	205,0	—	2403,0
III. Versuch:	61,4	95,5	152,0	4,7	1766,0.

Hieraus geht zunächst hervor, dafs ich mich zu verschiedenen Zeiten mit drei verschiedenen Kostmafsen auf lange Zeit im Gleichgewicht zu halten vermochte, und anderseits, dafs dies mit einer relativ **geringen** Eiweifsmenge geschehen konnte.

Die Mittelzahlen aus diesen drei Versuchen betragen:

74,2 Eiweifs, 117 Fett, 213 Kohlehydrate und 2367 Kalorien.

Die geringe Eiweifsmenge liegt weit unter der Voitschen Normalmenge von 118, und stellt sich auch noch viel niedriger als die von Munk geforderte Menge von 100 g, und die von Demuth als notwendig gehaltene Menge von 90 g Eiweifs.

6. Es geht aber — da in allen Versuchen nur eine geringe Kohlehydratmenge verbraucht wurde — noch weiter als Ergebnis hervor, dafs die Verminderung des Eiweifses in der Nahrung nicht notwendig von einer Erhöhung der Kohlehydratmenge abhängig ist, sondern dafs es möglich ist, bei der normalen Voitschen Menge von 500 g und sogar bei erheblicher Verminderung dieser Menge den Eiweifsgehalt zu reduzieren.

7. Das Körpergewicht ist in allen Versuchen erhalten geblieben, im letzten Versuch sogar um 1 kg gestiegen.

8. Das Verhältnis der eiweifshaltigen zur eiweifsfreien Kost stellt sich im I. Versuch auf 1 : 5,7, im II. Versuch auf 1 : 6,1 und im III. Versuch auf 1 : 7,4.

9. Von 100 Kalorien entfallen auf:

	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate
Im I. Versuch:	15,0	48,2	36,7
» II. Versuch:	14,3	48,4	42,3
» III. Versuch:	11,3	24,5	64,2.

10. Von Bedeutung ist die der Nahrung besonders im I. Versuch beigegebene Menge von Bier. Die Menge beträgt pro Tag allerdings nur ca. 1200 ccm, und doch betragen die daraus berechneten Nährwertmengen für:

das Eiweifs den achten Teil 8,4 : 66,1

die Kohlehydrate den vierten Teil 79,3 : 230 des Tagesbedarfs.

Die Verbrennung des Alkohols leistet an Kalorien mehr als den dritten Teil der Kalorien, die das Fett liefert, 314 : 776.

Im Vergleich zum Gesamtkalorienbedarf des Tages liefern die Kalorien des Bieres ebenfalls mehr als den dritten Teil: 678 : 2309.

11. Die Kostenberechnung ergab, dafs die gesamte Tagesnahrung im I. Versuch 0,71 Mk., im III. Versuch 0,77 Mk. beanspruchte.

Dabei entfielen auf:

	I. Versuch	II. Versuch
die alkoholfreie Nahrung	0,43 Mk.	0,73 Mk.
Bier	0,28 Mk.	0,04 Mk.

Die Alkoholika kosteten also im I. Versuch mehr als die Hälfte der alkoholfreien Nahrung, woraus der Schlufs gezogen werden mufs, dafs sie die Nahrung ungemein verteuern und infolgedessen als unrationelles Nahrungsmittel anzusehen sind. Das Bier ist eben nicht »flüssiges Brot«, wie zuweilen gern behauptet wird.

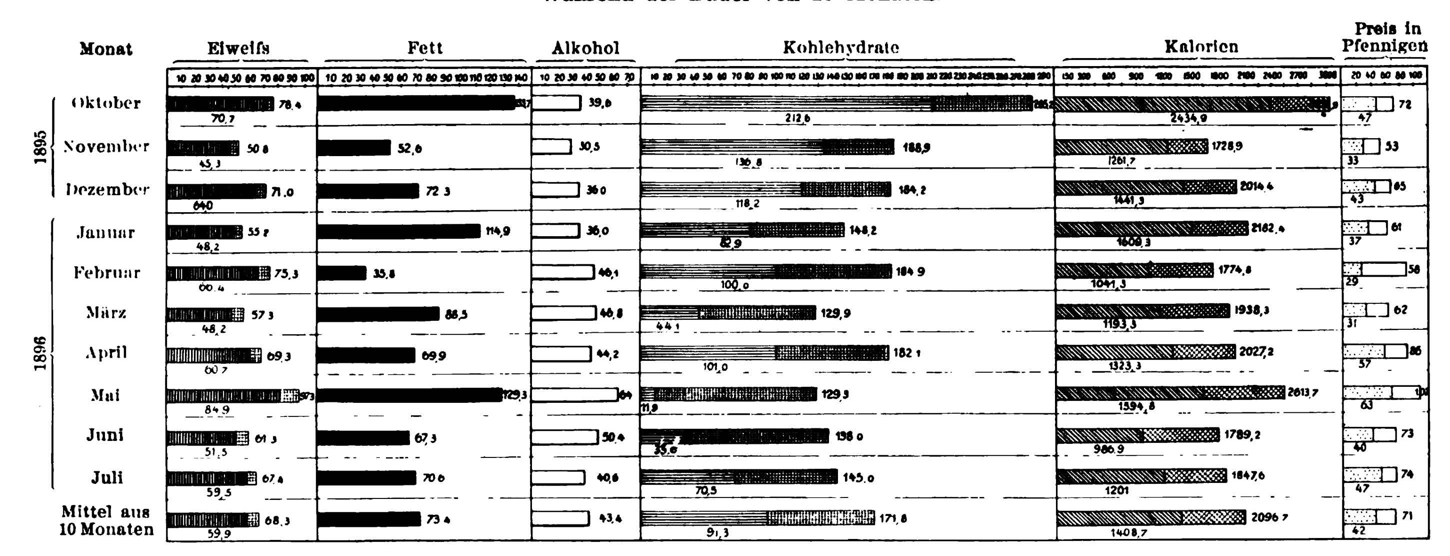
12. Unter Berücksichtigung aller mafsgebenden Verhältnisse würde das Kostmafs für meine Person festzusetzen sein auf:

70—80 g Eiweifs, 80—90 g Fett und 300 g Kohlehydrate.

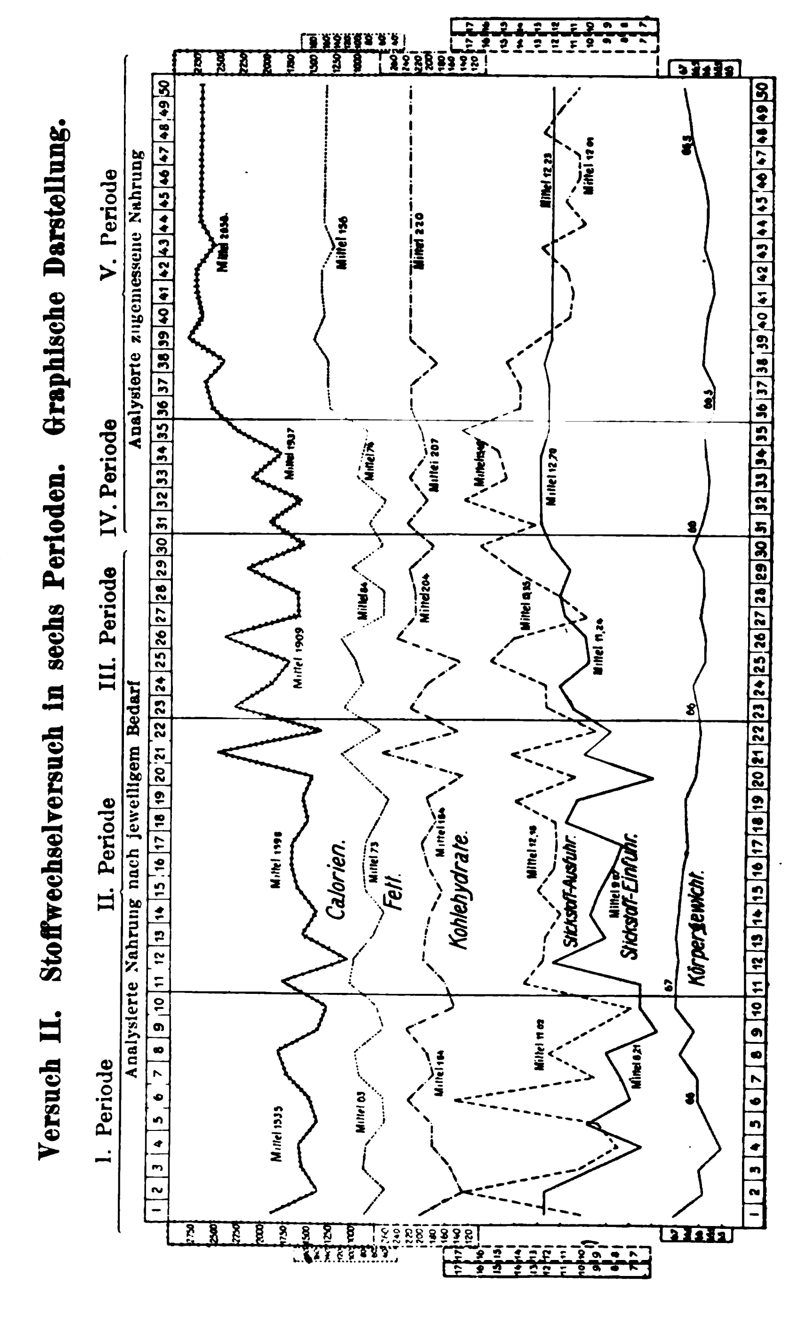
Falls diese Ergebnisse einer Verallgemeinerung zulässig sind, so dürfte dieses Kostmafs auch für andere Personen mit leichter Arbeit als zutreffend und genügend gelten.

Nahrungsbedarf an willkürlich gewählten Nahrungsmitteln pro die bei Genufs von mäfsigen Mengen Bier.[1])

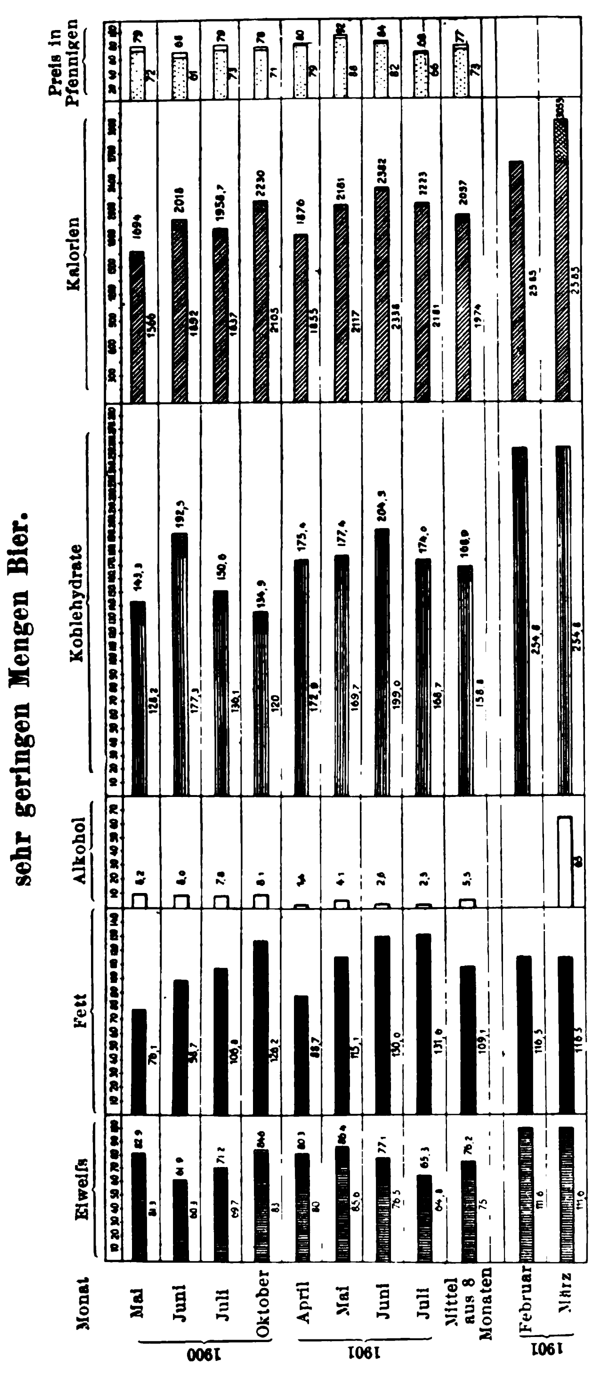
Während der Dauer von 10 Monaten.



1) Die Zahlen unter den Streifen bedeuten die Einfuhr ohne Alkohol; die Zahlen hinter den Streifen die Einfuhr bei Alkohol (Bier)-Genufs.


Versuch II. Stoffwechselversuch in sechs Perioden. Graphische Darstellung.
I. Periode
II. Periode
III. Periode
IV. Periode
V. Periode
Analysierte Nahrung nach jeweiligem Bedarf
Analysierte zugemessene Nahrung
Calorien.
Fett.
Kohlehydrate.
Stickstoff-Ausfuhr.
Stickstoff-Einfuhr.
Körpergewicht.
Mittel 1533
Mittel 1998
Mittel 1909
Mittel 1937
Mittel 2036
Mittel 73
Mittel 136
Mittel 220
Mittel 207
Mittel 204
Mittel 12,70
Mittel 11,24
Mittel 12,23
Mittel 8,21
Mittel 11,02
Mittel 12,10

Nahrungsbedarf an willkürlich gewählten Nahrungsmitteln pro die bei Genufs von sehr geringen Mengen Bier.



Litteratur.

1) Adrian, Zeitschrift für physiolog. Chemie. Bd. 17, S. 616.

2) Benecke, Zur Ernährungslehre des gesunden Menschen. Schriften zur Beförderung der ges. Naturwissenschaften Bd. 11, Abt. 5, Supplementheft, Kassel 1878.

3) Blaschko, Der Nährwert der Kost in den Berliner Volksküchen. Vierteljahrschrift f. die ges. Med., II., S. 406.

4) Böhm, Vierteljahrschrift f. öffentl. Gesundheitspflege 1869. Bd. 1, S. 374.

5) Böhmert, Der Branntwein in Fabriken. 7. Heft der Volkswohlschriften 1889.

6) Bohland & Bleibtreu, Pflügers Archiv. Bd. 38, S. 1.

7) Breisacher, Über die Gröfse des Eiweifsbedarfs beim Menschen. Deutsche Med. Wochenschrift 1891. Nr. 48, S. 1307.

8) Demuth, Über den Nährwert der Nahrungsmittel. Festschrift zur Feier des 50jähr. Jubiläums des Vereins Pfälzischer Ärzte. S. 104.

9) Demuth, Über den Wert der Sauer- und Buttermilch bei der Ernährung der Gesunden und Kranken. Vereinsblatt der pfälzischen Ärzte 1887. 5.

10) Demuth, Über die beim Menschen nötige Eiweifsmenge. Münchn. Med. Wochenschrift 1892. S. 742, 762, 782.

11) Dissmann, Untersuchungen der Fäces auf unverdautes Eiweifs. Dissertat. Bonn 1897.

12) Eijkmann, Beitrag zur Kenntnis des Stoffwechsels in den Tropen. Virchows Archiv. Bd 133, Heft 1.

13) Erismann, Ernährungsverhältnisse der Arbeiterbevölkerung in Central-Rufsland. Archiv für Hygiene. Bd. 9, S. 23.

14) Esser, Pferdefleisch als Nahrungsmittel. Berlin. Tierärztliche Wochenschrift 1896. Nr. 11.

15) Fick, Über die Bedeutung des Fettes in der Nahrung. Physik. Med. Gesellsch. 12. Sitzung. 1892.

16) Finkler, Über die Erschliefsung neuer billiger Hilfsquellen zur Volksernährung. Internat. hygien. Kongrefs zu Madrid 1898.

16a) Finkler, Eiweifsnahrung und Nahrungseiweifs. Deutsche Med. Wochenschrift 1898. Nr. 17, S. 261.

17) Fleck, Die Ernährungsgesetze in ihrer Anwendung auf das häusliche Leben. Braunschweig. Vieweg & Sohn. 1882.

18) Flügge, Beiträge der Hygiene. 1879. S. 117.

19) Förster, Die Ausnutzung des Rindfleisches bei den gebräuchlichsten Zubereitungsarten. Chem. Centralbl. 1898, I. S. 1145.

20) Forster, Über Massenernährung in Zeiten von Krieg und Epidemien. Münch. Med. Wochenschrift 1890. Nr. 37, 38.

21) Forster, Über die Kost in öffentlichen Anstalten. S. 211. Cit. nach Rubner.

22) Forster, Zeitschrift für Biologie. Bd. 9, S. 403, 390. 1873.

23) Friedmann, Beköstigung der Zellengefängnisse in den russischen Militärgefängnissen. Journ. d. russ. Gesellsch. f. Erh. der Volksgesundheit. 1895. Heft 3, S. 228. Cit. nach Vierteljahrschrift Supplement 1895. S. 87.

24) Fürbringer, Erdnufsgrütze, ein neues, eiweifsreiches und billiges Nahrungsmittel. Berl. Klinische Wochenschr. 1893. Nr. 9.

25) Gerhardt, Versuche über einmalige und mehrfache Nahrungsaufnahme. Pflügers Archiv, 1897, Bd. 65, S. 611.

26) Hamerl, Kermanner, Möller, Prausnitz, Über das Verhalten animal. und vegetab. Nahrungsmittel im Verdauungskanal. Zeitschr. für Biologie, Bd. 35, S. 287.

27) Hamilton und Bowie, Zeitschrift für Biologie. Bd. 15, S. 476.

28) Hartmann, Untersuchungen über die Ernährung des Menschen mit vegetabil., animal. und gemischter Kost. Dissert. Zürich 1884.

29) Hirschfeld, Zur Frage über die Grundsätze der Ernährung. Berlin. Klin. Wochenschr., 1891, Nr. 26.

30) Hirschfeld, Grundzüge der Krankenernährung. Berlin bei A. Hirschwald, 1892.

31) Hirschfeld, Berlin. Klinische Wochenschrift, 1893, Nr. 14.

32) » Pflügers Archiv, Bd. 44, S. 428.

33) » Pflügers Archiv, Bd. 41, S. 533.

33a) » Virchows Archiv, Bd. 114, S. 301, 1888.

34) Hitzig, Die Kostordnung der psychiatrischen und Nervenklinik der Universität Halle. Wittenberg, Jena, G. Fischer, 1897.

35) Hoch, Dissertation, Rostock. Cit. nach Vierteljahrschrift f. öffentl. Gesundheitspfl. Supplement 1888, S. 56.

36) Hofmann, Über Eiweifs-Präparate und Caseon. Leipzig, Gutachten, 1898.

37) Hofmeister, Zeitschrift für physiolog. Chemie, Bd. 5.

38) Hueppe, Über die Zubereitung der Speisen. Berlin. Klinische Wochenschrift, 1890, Nr. 36.

39) Hultgreen u. Landergren, Untersuchung über die Ernährung schwedischer Arbeiter bei freigewählter Kost. Stockholm, 1891, bei Samson & Wallin.

40) Hultgreen u. Landergren, Hygiaea, 1890, Festband, Nr. 11.

41) Johannsen, Landergren, Klas, Sonden, Tigerstedt, Beiträge zur Kenntnis des Stoffwechsels bei hungernden Menschen.

42) Jürgensen, Zeitschrift für Biologie, 1886, Bd. 22, S. 489.

43) Kalle, Wie nährt man sich gut und billig? Leipzig, 1891, Dunker & Humboldt.

44) Kalle, Über Volksernährung und Haushaltungsschulen als Mittel zur Verbesserung derselben. Wiesbaden, 1891, Bergmann.

45) Kammacher, Über den Einfluſs der Verteilung der Nahrung auf mehrere Mahlzeiten auf die Eiweiſszersetzung. Zeitschrift f. Biologie, Bd. 35, S. 480.

46) Kellner u. Mori, Zeitschrift für Biologie, Bd. 25, S. 102.

47) Klemperer, Untersuchungen über Stoffwechsel und Ernährung in Krankheiten. Zeitschrift f. klin. Med., 1889, Bd. 16, S. 550.

48) Knaus, Über Volksernährung. Bericht. Stuttgart, 1897, Konr. Wittwer.

49) Kornfeld, Was sollen wir essen? Virchows Archiv, Bd. 62, S. 270.

50) Kraus, Über die Ausnützung der Eiweiſsstoffe in der Nahrung in ihrer Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Nahrungsmittel. Zeitschr. für physiolog. Chemie. Bd. 18, S. 167.

51) Kühner, Neue Beiträge zur Volksernährung. Gesundheit, Bd. 18, S. 324.

52) Kühner, Volksernährung in Groſsstädten. Gesundheit, Bd. 18, S. 134.

53) Kumagava, Virchows Archiv, Bd. 116, 1889, S. 370.

54) Laas, Über den Einfluſs der Fette auf die Ausnützung der Eiweiſsstoffe. Zeitschr. f. physiolog. Chemie, Bd. 20, Heft 3.

55) Lapicque u. Ch. Marette, Über d. Mindestkostmaſs. Cit. Vierteljahrschrift für Gesundheitspflege, Supplement 1894, S. 113.

56) Leppmann, Über zweckmäſsige Gefangenenbeköstigung. Cit. Hyg. Rundschau, Bd. 1, S. 941.

57) Levy, Pflügers Archiv, Bd. 53, S. 554.

58) Leyden, Handbuch der Ernährungstherapie und Diätetik. 4. Teil. Indikationen der Ernährungstherapie, S. 281.

59) Lindemann u. Krause, Über den Nährwert der Krankenbeköstigung in den Friedenslazaretten. Deutsche Militärärztl. Zeitschr., 1894, S. 337.

60). Lusk, Einfluſs der Kohlehydrate auf den Eiweiſszerfall. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 27, S. 459.

61) Manfredi, Über die Volksernährung in Neapel vom hygienischen Standpunkt. Archiv f. Hygiene, Bd. 17, S. 552.

62) Manick, Billige und gesunde Ernährung. Wien, 1892, Braumüller & Sohn.

63) Meinert, Wie nährt man sich gut und billig? Mainz, Mittler & Sohn.

64) Meinert, Speise- und Nährstofftafeln für Militär- und Anstaltsküchen, Schulen. Vierteljahrschrift für Gesundheitspfl., Bd. 14, S. 639.

65) Meinert, Armee- und Volksernährung. Ein Versuch, Prof. Voits Ernährungstherapie für die Praxis zu verwerten. Berlin, 1880.

66) Moraht, Volksernährung in Grofsstädten. Centralblatt f. allgem. Gesundheitspflege, Bd. 12, S. 85.

67) Moraht, Volksspeisemittel. Hamburg, 1894.

68) Müller, Virchows Archiv, Bd. 131, Supplement, S. 106.

69) Müller, Einige Fragen des Stoffwechsels und der Ernährung. Sammlung klin. Vorträge, Nr. 272, Leipzig, 1900.

70) Mori, Zeitschr. f. Biologie, Bd. 25, S. 122.

71) Munk, Über die Folgen fortgesetzter eiweifsarmer Nahrung. Verh. der physiolog. Gesellsch. zu Berlin, 20. März 1891.

72) Munk u. Uffelmann, Ernährung des gesunden und kranken Menschen. Wien und Leipzig, 1895, Urban & Schwarzenberg.

73) Munk, Über die Folgen einer ausreichenden aber eiweifsarmen Nahrung. Virchows Archiv, Bd. 132, 1. Heft, S. 91.

74) Nakahama, Über den Eiweifsbedarf bei Erwachsenen mit Berücksichtigung der Beköstigung der Japaner. Arch. f. Hygiene, Bd. 8, S. 78.

75) R. O. Neumann, Die Bedeutung des Alkohols als Nahrungsmittel. Archiv f. Hygiene, Bd. 36, S. 1.

76) R. O. Neumann, Der Einflufs gröfserer Wassermengen auf die Stickstoffausscheidung beim Menschen. Archiv f. Hygiene, Bd. 36, S. 248.

77) R. O. Neumann, Stoffwechselversuche mit Somatose und Nutrose. Münchn. Med. Wochenschrift, 1898, Nr. 3 u. 4.

78) v. Noorden, Die eiweifssparende Kraft des Fettes u. der Kohlehydrate. Sitzung der physiolog. Gesellschaft in Berlin vom 17. Febr. 1893.

79) v. Noorden, Pathologie des Stoffwechsels. Berlin 1893.

80) Ohlmüller, Zusammensetzung der Kost siebenbürgischer Feldarbeiter. Zeitschrift für Biologie, 1884, Bd. 20, S. 393.

81) Pecori, Über überreichliche Ernährung. Cit. nach Vierteljahrschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, Supplement 1897, S. 166.

82) Peschel, Beiträge zur Lehre vom Stoffwechsel des gesunden und kranken Menschen. Heft 1, Berlin, 1892.

83) Peschel, Der Eiweifsbedarf des gesunden Menschen. Dissert., Berlin, 1890.

84) Pettenkofer u. Voit, Zeitschrift f. Biologie. Bd. 2, S. 488.

85) Pfeiffer, Die Grundsätze richtiger Ernährung und die Mittel, ihnen bei der ärmeren Bevölkerung Geltung zu verschaffen. 18. Versammlung für öffentl. Gesundheitspflege, Würzburg, 1894.

86) Pflüger, Pflügers Archiv, Bd. 54, S. 333.

87) Pflüger u. Bohland, Pflügers Archiv, Bd. 36, S. 165.

88) Prausnitz, Zur Eiweifszersetzung des hungernden Menschen. Münchn. Gesellsch. f. Morph. u. Physiologie., 25. Nov. 1890.

89) Prausnitz, Über die Kost in Krankenhäusern mit besonderer Berücksichtigung der Münchner Verhältnisse. Vierteljahrschrift für öffentl. Gesundheitspflege, Bd. 25, Heft 3.

90) Prausnitz, Die Kost der Haushaltungsschule und die Menage der Kruppschen Gufsstahlfabrik in Essen. Archiv f. Hyg., Bd. 15, Heft 4, S. 387.

91) Rademann, Wie ernährt sich der Arbeiter? Frankfurt, 1891.

92) Ranke, K. E., Über die Einwirkung des Tropenklimas auf die Ernährung des Menschen Berlin, 1900, Hirschwald.

93) Ranke, K. E, Der Nahrungsbedarf im Winter und Sommer des gemäfsigten Klimas. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 40, S. 289.

94) Ranke, K. E., Cit. Vierteljahrschrift f. öffentl. Gesundheitspflege. Supplement 1895.

95) Ranke, J., Archiv f. Anatomie u. Physiologie, 1862, S. 329.

96) » H., Zeitschrift f. Biologie, 1877, Bd. 13, S. 131.

97) v. Rechenberg, Die Ernährung der Handweber in der Amtshauptmannschaft Zittau. Leipzig, 1890.

98) Ritter, Über den Eiweifsbedarf des Menschen. Münchn. Med. Wochenschrift, 1893. Nr. 31 u. 32.

99) Rosenheim, Über die Schädlichkeit eiweifsarmer Nahrung. Pflügers Archiv, Bd. 54, S. 61.

100) Rosenheim, Über den Einflufs eiweifsarmer Nahrung auf die Verdauung. Pflügers Archiv, Bd. 46, S. 422.

101) Rumpf u. Schumm, Über den Stoffwechsel eines Vegetarianers. Zeitschr. f. Biologie, 1899, Bd. 39, S. 153.

102) Rubner, Lehrbuch d. Hygiene. Leipzig u. Wien, 1899, Deudicke.

103) » Handbuch der Diätetik v. Leyden. I. Bd., II. Kap. Physiologie der Nahrung und Ernährung.

104) Salkowski, Über die Anwendung des Caseïns zu Ernährungszwecken.

105) Schäffer, Wie lange kann der Mensch hungern? Therapeut. Monatshefte, 1898, Nr. 4.

106) Scheube, Die Nahrung der Japaner. Arch. f. Hyg., Bd. 1, S. 353.

107) Schlesinger, Grundzüge der Ernährung des gesunden und kranken Menschen. Frankfurt a. M., 1896, Bechhold.

108) Schöfer, Landesübliche Menagen und Kriegsverpflegung der k. k. Truppen, Wien, 1889, Cit. Vierteljahrschrift für öffentl. Gesundheitspflege, Supplement 1889, S. 58.

109) Schuler, Über die Ernährung der Fabrikbevölkerung und ihre Mängel. Zürich, J. Herzog, 1883.

110) Schuler, Die Ernährungspreise der arbeitenden Klassen in der Schweiz und ihr Einflufs auf die Ausbreitung des Alkoholismus. Bern, 1884, Stämpfli.

111) Serafini u. Zagato, Über die Ernährung der italien. Universitätsstudenten. Archiv f. Hygiene, Bd. 29, S. 141.

112) Sivén, Über das Stickstoffgleichgewicht beim erwachsenen Menschen. Skandinav. Archiv f. Physiologie, 1900, Bd. 10 S. 91.

112a) Sivén, Zur Kenntnis des Stoffwechsels beim erwachsenen Menschen, mit besonderer Berücksichtigung des Eiweifsbedarfs. Skandin. Archiv f. Physiologie, 1901, Bd. 10.

113) Solomin, Über die Ausnützung der Kuttelflecke. Archiv f. Hygiene, Bd. 27, S. 176.

114) Stastay, Die Beköstigung im Prager k. k. allgem. Krankenhaus. Wien, 1893.

115) Steffen, Ernährung der Bauern. Würzburg, 1890, Universitätsdruckerei.

116) Steinheil, Zeitschr. f. Biologie, 1877, Bd. 13, S. 421.

117) Straub, Über den Einfluſs des Kochsalzes auf die Eiweiſszersetzung. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 37, S. 527.

118) Studemund, Beitrag zur Lehre vom Eiweiſsbedarf des gesunden Menschen. Pflügers Archiv, Bd. 48, S. 578 und Hygien. Rundschau, 1891, I. Bd., S. 616 Ref.

119) Tsuboi, Jiro u. Murata, Untersuchung über die Kost der Studenten der kais. Universität Tokio. Cit. Hygienische Rundschau, Bd. I, S. 489.

120) Voit, Münchner Med. Wochenschrift, 1887, Nr. 10.

121) » Zeitschr. f Biologie, Bd. 30, S. 232.

122) » Über die unterste Grenze des N-Gleichgewichtes. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 35.

123) Voit, Über Fettbildung aus Eiweiſs. Münchner Med. Wochenschr., 1892, Nr. 26, S. 461.

124) Voit, Untersuchung über die Kost in einigen Anstalten. Cit. n. Rubner, Nr. 103, S. 150.

125) Voit, Zeitschr. f. Biologie, Bd. 25, S. 232.

126) Voit u. Korkunoff, Über die geringste zur Erhaltung des N-Gleichgewichtes nötige Menge von Eiweiſs. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 37.

127) Weiske, Ist einmalige oder fraktionierte Aufnahme der Tagesration auf die Ausnützung der Nahrung von Einfluſs? Zeitschr. f. physiolog. Chemie, Bd. 18, Heft 2, S. 109.

128) Wörrishöfer, Die soziale Lage der Cigarrenarbeiter im Groſsherzogtum Baden. Karlsruhe, 1890.

129) Wohlgemuth, Beiträge zur Zuckerabspaltung aus Eiweiſs. Berlin. Klin. Wochenschr., 1900, Nr. 34.

130) Wolff, Die Ernährung der arbeitenden Klassen. Berlin, 1885, Springer.

131) Zuntz, Welche Mittel stehen uns zur Hebung der Ernährung zu Gebote? Deutsche Med. Wochenschr., 1893, Nr. 20.

132) Amtliche Mitteilungen aus den Jahresberichten der deutschen Fabrikinspektoren, 1887, S. 249.

133) Amtliche Mitteilungen aus den Jahresberichten der deutschen Fabrikinspektoren, 1889, S. 339.

134) Blätter für Gefängniskunde, Bd. 22, S. 65. Cit. Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, Supplement 1888, S. 296.

135) Herbergen und Volksküchen der Heilsarmee in den Armenvierteln Londons. »Volkswohl«, 1897, Nr. 2.

136) Speiseordnung des Lehrerseminars zu Bautzen i. S. nach schriftl. Mitteilung.

Untersuchungen über die hygienische Bedeutung des Zinns, insbesondere in Konserven.

Von

Prof. Dr. K. B. Lehmann.

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

I. Einleitung.

Während das Kupfer seit Rousseaus leidenschaftlicher Agitation fast ein Jahrhundert lang in ganz übertriebener Weise als schwer giftig verdächtigt wurde und erst jetzt allmählich sich eine leidenschaftslose und vorurteilsfreie Beurteilung seiner mäfsigen Giftigkeit Bahn bricht, hat das Zinn überhaupt erst in neuerer Zeit vom toxikologisch-hygienischen Standpunkt aus Beachtung gefunden. Die spärlichen älteren Angaben über Zinnvergiftung bleiben am besten aus der Diskussion, da es sich bei ihnen meist um bleihaltiges Zinn gehandelt hat.

Es ist unstreitig das Verdienst von Ungar und Bodländer, seit 1883 durch eine Reihe sorgfältiger Untersuchungen chemischer[1]) und toxikologischer[2]) Art ein gröfseres Material zur ernsten Behandlung der ganzen Frage nach der Bedeutung des Zinns für die Hygiene gesammelt zu haben, nachdem White (Arch. f. exp. Path. XIII. 53. 1881) unter der

1) Der Zinngehalt der in verzinnten Konservebüchsen aufbewahrten Nahrungs- und Genufsmittel und seine hygienische Bedeutung. Ergänzungshefte zum Centralblatt f. allgem. Gesundheitspflege, Bd. I, 49, 1883.

2) Über die toxischen Wirkungen des Zinns. Zeitschr. f. Hyg., Bd. II, 241, 1887.

Leitung von Schmiedeberg einige principielle toxikologische Fragen über Zinn experimentell ohne nähere Rücksicht auf praktische Gesichtspunkte bearbeitet hatte.

Die Zinnfrage hat bei der enormen Ausdehnung der Herstellung von Konserven in verzinnten Blechbüchsen heute eine grofse praktische Bedeutung. Bei der Armee, auf Forschungsreisen, in den Hotels und im Haushalt werden zur Zeit aufserordentlich viel Büchsenkonserven verzehrt und die leere Weifsblechbüchse gehört bereits zu den sichersten Kennzeichen der vordringenden Kultur.

Für mich war der Anlafs zur Beschäftigung mit dem Zinne die Anfrage einer gröfseren deutschen Konservenfabrik, ob ich geneigt sei, ihre Konserven verschiedener Jahrgänge auf Zinngehalt zu untersuchen und Fütterungsversuche an Thieren anzustellen. Der ganze Plan, den ich der Fabrik zur Ausführung vorschlug, wurde von ihr nicht angenommen; ich sah mich darauf veranlafst, nachdem ich mich einmal für die wichtige Frage interessiert hatte, mit den bescheidenen Mitteln meines Instituts wenigstens drei lange Fütterungsversuche anzustellen. Die Thiere wurden am Ende der Fütterungszeit getötet und möglichst vielseitig untersucht. Ich habe im folgenden die eigenen Ergebnisse mit den Angaben der Litteratur kritisch verglichen.

II. Die Methode der Bestimmung kleiner Zinnmengen in tierischen und pflanzlichen Stoffen.

Die Bestimmung gröfserer Zinnmengen geschieht meist durch Wiegen als Zinndioxyd. Die Eigenschaft des Zinns, durch Schwefelwasserstoff fällbar, in Schwefelammonium löslich zu sein und durch Erhitzen mit Salpetersäure und nachfolgendes Glühen in einen in Wasser und Salpetersäure vollkommen unlöslichen Körper überzugehen (SnO_2), läfst dasselbe gut von anderen Körpern trennen.

Leicht überzeugt man sich, dafs die gewichtsanalytische Zinnbestimmung noch ausreicht, wenn einige Milligramm Zinn in 10 g Fleisch vorhanden sind.

Das Fleisch wurde mit der wiederzufindenden Zinnmenge in der Weise versetzt, dafs abgemessene Mengen einer Zinnchlorürlösung, in der das Chlorür zum Teil in Zinnchlorid übergegangen war, zugefügt wurden. Ich wählte gern die Chlorverbindung des Zinns, weil diese flüchtig ist; gelang es jetzt, trotzdem das Zinn wiederzufinden, so war damit a fortiori bewiesen, dafs die Methode für die verschiedensten vorkommenden Zinnverbindungen ausreichte.

Die Untersuchung verlief folgendermafsen: Das zerkleinerte und mit der Zinnlösung versetzte Fleisch wurde mit Salpetersäure oder konz. Schwefelsäure (etwa 20 % des Fleischgewichts) versetzt und verrührt, und unter stetem Rühren in der Porzellanschale verkohlt; durch das Umrühren wird Spritzen fast ganz vermieden und man kann sehr schnell arbeiten. Die Kohle wird bis zum Verschwinden aller Glanzkohlenanflüge erhitzt, zerrieben, mit Wasser ausgezogen und die extrahierte Kohle mit dem fünffachen Volum einer Soda-Salpetermischung gemischt und gründlich geschmolzen. Die vollkommen weifse Schmelze wird in heifser verdünnter Salzsäure gelöst, die etwas trübe Flüssigkeit[1]) mit NH_3 übersättigt und wieder schwach mit Salzsäure angesäuert. In die erwärmte Flüssigkeit wird Schwefelwasserstoff bis zur Sättigung eingeleitet und 12 Stunden lang stehen lassen. Nun wird das Schwefelzinn abfiltriert, das Filter mit Schwefelwasserstoffwasser etwas ausgewaschen und getrocknet. Das trockene Filter wird mit Soda und Salpeter geschmolzen, der trübe salzsaure Auszug mit Schwefelwasserstoff zum zweiten Mal gefällt — um möglichst die in der ersten Fällung stets noch vorhandenen Kalksalze zu entfernen. Der zweite Schwefelwasserstoffniederschlag wird mit Salpetersäure erhitzt und dann geglüht und das Zinn als Zinnoxyd gewogen.

Man erhält so ganz befriedigende Werte, wie folgende vier gleichzeitig angestellte Analysen beweisen:

1. 10 g Fleisch und 2,5 mg Zinn. Verkohlung mit Salpetersäurezusatz. Gefunden 3,0 Zinndioxyd = 2,4 Zinn.

---

1) Durch besondere Versuche überzeugten wir uns, dafs der Zinngehalt der Schmelze ziemlich wechselnd auf die Lösung und den Niederschlag verteilt war.

2. 10 g Fleisch und 2,5 mg Zinn. Verkohlung mit konz. Schwefelsäurezusatz. Gefunden 3,1 Zinndioxyd = 2,5 Zinn.
3. 10 g Fleisch und 5,0 mg Zinn. Verkohlung mit Salpetersäurezusatz. Gefunden 6,0 Zinndioxyd = 4,72 Zinn.
4. 10 g Fleisch und 5,0 mg Zinn. Verkohlung mit Schwefelsäurezusatz. Gefunden 6,1 Zinndioxyd = 4,80 Zinn.

Um das Zinnoxyd weiter zu reinigen und es namentlich von Glasurspuren aus den Porzellantiegeln zu befreien, haben wir sehr oft dasselbe mit Cyankaliumpulver gemischt und geschmolzen. Man erhält dabei metallisches Zinn, das mit Wasser behandelt auf dem Filter bleibt und so isoliert werden kann. Da beim ersten Schmelzen meist kleine Zinnmengen unreduziert bleiben, dampften wir gewöhnlich die Auszüge nochmals ein und schmolzen von neuem mit Cyankalium, es wurden nochmals geringe Zinnmengen gewonnen.

Nie haben wir das so isolierte Zinn direkt gewogen — es konnten ihm ja immer noch Glasurbestandteile anhaften — sondern in heifser Salzsäure gelöst und es dann entweder

1. aufs neue mit Schwefelwasserstoff gefällt und durch Erhitzen mit Salpetersäure in Zinnoxyd übergeführt,
2. oder elektrolytisch gefällt,
3. oder es jodometrisch bestimmt.

Über die letzteren beiden Verfahren mögen nähere Angaben gemacht werden.

Da zur Zeit der Arbeit die Einrichtungen unseres Instituts noch keine Durchführung elektrolytischer Bestimmungen in gröfserem Mafsstabe gestatteten, so begnügte ich mich, mich an einigen Proben von der Brauchbarkeit der empfohlenen Methoden[1]) zu überzeugen.

I. Versuch: 1 mg Sn, in Salzsäure gelöst, wurde mit H_2S gefällt, der Niederschlag in 5 cbm Schwefelammonium gelöst, auf 50 cbm aufgefüllt, und mit dem Strom von vier Meidingerschen Elementen behandelt.

1) Vergl. B. Neumann, Theorie und Praxis der analytischen Elektrolyse der Metalle. Halle 1897.

Nach 24 Stunden abgeschieden . .	0,65 mg,
» weiteren 14 Stunden	0,33 »
	Sa. 0,98 mg.

II. Versuch ganz wie 1. Angewendet 1 mg Sn.

Nach 30 Stunden . . , ...	0,7 mg,
» weiteren 12 Stunden	0,35 »
	1,05 mg.

III. Versuch ganz wie 1. Angewendet 5 mg Sn.

Nach 36 Stunden	4,4 mg,
» nochmals 14 Stunden	0,5 »
	4,9 mg.

Die Umständlichkeit der Versuche und die Unmöglichkeit, mit unseren Mitteln viele Analysen gleichzeitig zu machen, liefs uns dieselben nur selten zu Kontrollzwecken anwenden.

So gute Resultate die durch die Cyankaliumschmelze verbesserte Wägemethode auch gab — soviel stand fest, dafs sie zu wünschen übrig liefs, wenn Bruchteile eines Milligramms bestimmt werden sollten.

Ich suchte deshalb nach einer Titriermethode wie für Kupfer und Zink.

Unsere Versuche, das Zinn titrimetrisch zu bestimmen, gingen von dem Gedanken aus, durch Jod das Zinchlorür in Zinnchlorid zu verwandeln und durch Bestimmung des verbrauchten Jods das vorhandene Zinnchlorür zu ermitteln.

$$2\,SnCl_2 + J_4 = SnCl_4 + SnJ_4.$$

Also entsprechen 1 cbm $^1/_{10}$ Normaljodlösung 5,92 oder 1 cbm $^1/_{100}$ Normaljodlösung 0,6 mg Zinn.

Die titrimetrische Bestimmung geht gut von statten, wenn man

1. die Zinnlösung vorher vollständig zu Zinnchlorür reduziert, was wir meist mit Aluminiumpulver, selten mit Zinkpulver thaten;
2. das zu Reduktionszwecken zugesetzte Aluminium (0,2 bis 0,4 g) vollständig in Lösung bringt. Ungelöstes Aluminium täuscht Zinn vor. Mit Zink wurden meist zu niedere Jodzahlen erhalten. In blinden Versuchen mit Zink

erhielten wir mehrfach Zahlen, welche so zu deuten sind, dafs das Zink einen Körper enthält, der wie Jod auf Thiosulfat wirkt;

3. Die ganze Prozedur bei Luftabschlufs vornimmt. Wir arbeiteten im Kohlensäurestrom;
4. Zu der erkalteten reduzierten Lösung überschüssige $^1/_{100}$ Normaljodlösung setzt, 5 Min. wartet und mit $^1/_{100}$ Natriumthiosulfat zurücktitriert.

So wurde erhalten (ich teile von den aufserordentlich vielen Versuchsreihen nur wenige mit):

Für Zinn	Reihe I	Reihe II	Reihe III	Reihe IV	Reihe V
1 mg . .	1,2	1,2	1,14	1,08	1,08
3 » . .	3,2	3,3	3,24	3,24	3,3
5 » . .	5,5	5,1	5,04	4,92	4,92
10 » . .	9,9	9,96	9,96	9,6	9,72

Nach diesen, sehr befriedigenden Ergebnissen gingen wir zu Zinnbestimmungen in Fleisch über und setzten zu je 10 g desselben Mengen von 1,0, 3, 5, 10 mg Zinn als Chlorür. Die Methode der Vorgehens war die folgende:

Das Fleisch wird zerkleinert mit ca. 20% seiner Menge Salpetersäure[1]) durchtränkt und unter Rühren verkohlt. Die Kohle wird zerdrückt, mit Wasser ausgezogen und mit dem 5fachen Volumen Soda und Salpeter gemischt und geschmolzen. Die vollkommen weisse Schmelze wird in verdünnter heifser Salzsäure gelöst, die trübe Flüssigkeit mit NH_3 übersättigt und mit HCl schwach angesäuert. In die erwärmte Flüssigkeit wird H_2S bis zur Sättigung eingeleitet und 12 Stunden stehen lassen und filtriert. Der Filterrückstand, wenig ausgewaschen, wird getrocknet, mit NO_3H befeuchtet und samt dem Filter geglüht. Der Rückstand wird mit pulverisiertem Cyankalium gemischt (reines 90proz. Cyankalium) und etwa $^1/_4$ Stunde geschmolzen bei kleiner Flamme. Es wird nun in verdünnter Salzsäure gelöst und filtriert. Etwa unreduzierte Restchen nebst dem vom Filter etwa absorbierten

1) Bei Zusatz von viel Salpetersäure spritzt es beim Eindampfen.

$SnCl_2$ werden gewonnen durch Verbrennen des mit NO_3H getränkten Filters und abermalige Reduktion mit Cyankalium. Das zweite Reduktionsprodukt wird ohne Filtration in heifser verdünnter Salzsäure gelöst. — Unter Zusatz von 0,2—0,5 pulverisierten Aluminiums wird nun im Kohlensäurestrom im geschlossenen Kölbchen mit 30—50 ccm Salzsäure und 100 Wasser erhitzt bis jede Spur Aluminiums verschwunden ist, hier wird auf im Kohlensäurestrom erkalten lassen, 30—5 ccm $^1/_{100}$-Normaljodlösung zugesetzt und nach 5 Minuten langem Stehen mit $^1/_{100}$-Natriumhyposulfit zurücktitriert.

So wurde in einer Anzahl Proben erhalten:

Für	I. Reihe	II. Reihe	III. Reihe
1 mg . .	—	1,02	0,9
3 » . .	3	3,06	3,0
5 » . .	4,8	4,98	4,8
10 » . .	9,6	9,96	9,84
15 » . .	—	15,0	—
20 » . .	—	19,56	—

Diese Resultate erlaubten den Schlufs, dafs die Methode, wenn es sich um die Bestimmung von Zinnmengen etwa bis auf 0,2—0,4 mg genau handelt, sehr wohl anwendbar ist, und wir haben denn auch die Zinnbestimmungen in den Konserven damit ausgeführt.

Ehe es sich um die Zinnanalysen in den Organen unserer Versuchstiere handelte, haben wir die Methode nochmals durchprobiert und nun 1 Jahr später trotz aller Sorgfalt nicht mehr so gute Resultate wie früher gefunden.

Wir erhielten zwar wie früher in den Versuchen mit 1—5 mg Zinn meist eine Kleinigkeit zu viel (0,1—0,4), in den mit 10 mg etwas zu wenig Zinn (0,1—0,3); was uns aber störte und durch keine Mühe zu beseitigen war, war ein scheinbarer Zinngehalt von 0,6—0,9 mg, der in den blinden Versuchen sehr häufig gefunden wurde, obwohl wir alle aus den sehr zahlreichen früheren Versuchen abstrahierten Regeln peinlichst anwandten.

Wir haben daher für die Thierversuche die Titriermethode verlassen und die gewichtsanalytische Bestimmung (Wägung als SnO_2) für die höheren Werte angewandt.

Da es beim Kupfer sehr leicht war, Mengen von 0,01 mg noch colorimetrisch zu bestimmen, beim Zink die Titrierung wenigstens Zehntel Milligramm noch befriedigend zu ermitteln gestattete, so war es mein eifriges Bestreben auch für das Zinn Methoden für sehr kleine Mengen zu ermitteln.

Von den wenigen Farbenreaktionen des Zinns schien mir zur colorimetrischen Bestimmung von Zinnspuren (0,1—0,5 mg) die Reaktion des Zinns mit Goldchlorid am geeignetsten (Goldpurpur des Cassius). In der That erhielt ich, als von einer schwach salzsauren Zinnchlorürlösung 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,6 und 0,7 ccm entsprechend 0,1—0,7 mg Sn mit je 5 ccm einer schwachen Goldchloridlösung (1:5000) versetzt wurde, braune feinstverteilte Trübungen, die allmählich violett wurden, und eine sehr schöne Farbenskala von hellviolett bis dunkelviolett darstellten. Als umgekehrt zu 5 ccm obiger Goldlösung verschiedene kleine Zinnmengen zugefügt wurden, trat die violette Farbe fast noch prompter auf, und die Farbenabstufung war wieder sehr befriedigend. Nach 24 Stunden hatte sich in den einzelnen Gläsern ein Niederschlag abgesetzt, dessen Menge recht genau der verwendeten Zinnmenge proportional war.

Leider mufsten wir trotz dieser schönen Resultate mit reinen schwachsauren Zinnchlorürlösungen verzichten, die Methode anzuwenden, weil die Farbenreaktion resp. die Ausscheidung des feinverteilten purpurfarbenen Goldes ausbleibt, wenn zugegen sind:

1. ein stärkerer Salzsäure-Überschufs,
2. Chlornatrium oder Chlorammonium,
3. Cyankalium.

Endlich gelingt die Reaktion nur, wenn man das Zinn vollkommen als Chlorür in Lösung hat; um Chlorid in Chlorür zu verwandeln, mufs man Reduktionsmittel anwenden, die an sich auf Goldlösung verfärbend wirken. Die Methode mufste also verlassen werden.

Dagegen haben wir für kleine Mengen öfters die Farbenveränderung zur colorimetrischen Schätzung verwendet, welche durch Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf Zinnchloridlösung entsteht. Sorgt man für vollständige Verwandlung des Zinns in Chlorid für einen gleichgrofsen und gleichartigen Salzgehalt der beiden zu vergleichenden Proben, so sind die Resultate recht befriedigend und stimmen mit der elektrolytischen Methode recht gut überein.

III. Der Zinngehalt der Nahrungsmittel.

Nach den Untersuchungen von R. Kayser in Nürnberg (Forschungsberichte über Lebensmittel etc. 1894) ist die Löslichkeit des Zinns in den verschiedenen organischen Säuren sehr verschieden, gering in Essigsäure, stärker in Apfelsäure, am stärksten weitaus in Weinsäure — sehr gering ist die lösende Wirkung einer schwachen Chlornatriumlösung, doch wird hier zu bedenken sein, dafs unsere Fleischspeisen bis 3—4% Kochsalz enthalten und nicht blofs 0,2—0,5%, wie die von Kayser geprüften Lösungen.

Es löste 1 l

		n. 1 Monat	n. 5 Monaten	n. 1 Jahr
Essigsäure	0,5%	1,4 mg	2,8 mg	4,1 mg
	2,0 »	3,2 »	4,2 »	5,1 »
Weinsäure	0,2 »	4,9 »	7,2 »	10,0 »
	0,5 »	12,0 »	21,0 »	42,9 »
Apfelsäure	0,2 »	5,1 »	6,8 »	7,9 »
	0,5 »	10,6 »	18,2 »	22,9 »
Chlornatrium	0,2 »	—	Spur	2,3 »
	0,5 »	—	2,2 »	5,4 »

Über Citronensäure, Milchsäure u. s. f. habe ich keine Angaben getroffen, bisher auch keine Versuche gemacht.

Bei alkalischen Konserven (insbesondere Fischpräparaten) sollen die gebildeten Amine wichtig sein für die Auflösung von Zinn.

Über den thatsächlichen Zinngehalt der Konserven habe ich folgende Angaben in der Litteratur gefunden. Bei der Ähnlich-

keit der Resultate der einzelnen Forscher schadet es nichts, dafs mir nicht alle Arbeiten im Original zugänglich waren.

Zinngehalt vegetabilischer Nahrungsmittel.

	Objekte	Zinn pro 1 kg in mg	
A. Menke	Ananas, Äpfel	nur qualitativ	Chemical News. Juli 1878. 971.
Hehner	Spargel, Erbsen, Pfirsiche	nur qualitativ	The analyst. Dez. 1880, p. 218.
	Suppenextrakt	73	
Ungar und Bodländer	Spargel	404 (im Mittel 269)	Ergänzungshefte zum Centralbl. f. allgem. Gesundheitspflege, Bd. I, S. 49, 1883.
	»	273	
	»	195	
	»	222—289	
	»	190—211	
	»	331—326	
	Aprikosen	185	
	»	245	
	Erdbeeren	175	
Blyth	Aprikosen	148	Sanit. Record. 15. III. 1884.
H. A. Weber	Erbsen	69	Rev. inter. d. falsific. V. p. 142. (Zahlen nach Weyl.)
	Birnen	84	
	Ananas	95—155	
	Lachs	134	
	Blaubeeren	300	
	Pfirsiche	324	
	Kirschen	414	
	Kürbis	424	
	Brombeeren	600	
Adam	Erbsen	53	Z. f. Nahrungsmittelhygiene u. Warenkunde, 1893, S. 278.
	»	31	
	»	71	
	»	Spur	
	»	Spur	
	»	36	
	»	78	
	»	58	
	Bohnen	110	
	»	176	
	»	117	
	»	150	
	»	190	
	»	163	

	Objekte	Zinn pro 1 kg in mg	
Adam	Tomaten	68	Z. f. Nahrungsmittelhygiene und Warenkunde.
	Artischoken	65	
Beckurts	Spargel	220—600	Apothekerzeitung, 1896, 584. (Mir nur bekannt aus Ch.-Z., 1889, Nr. 7.)
Aumüller	Erbsen	122	Dissertat. Würzburg, 1897 (b. Prof. Kunkel): Über das Zinn der in Blechbüchsen verwahrten Gemüsekonserven und dessen Resorpt. im Darmkanal
	»	139	
	Schnittbohnen	70	
	Spargel	119	
	Animalische Konserven.		
Menke	Hummer	nur qualitativ	a. a. O.
Hehner	Corned beef, Rindszunge, Austern, Garneelen, Ölsardin. u. s. f.	qualitativ	a. a. O.
	Austern	ca. 100	
	Kondensierte Milch	ca. 18	
K. B. Lehmann	Fleischkonserven für das Militär	60—168	Vers. bayr. Chemik. in Würzburg, 1899.
T. Günther	Delikateſsheringe	1030	Z. U. N. 1899. 915.
Wirthle	Rindfleisch, 1 Jahr alt	39; 57	Ch.-Z. 1900. 263.
	Gulasch, 1 Jahr alt	51; 57	
	Rindfleisch, 2 Jahre alt	29; 36	
	Gulasch, 2 Jahre alt	38	
	Filet, 2 Jahre alt	106	
	Rindfleisch, 3 Jahre alt	74	
	Gulasch	56	
	Filet	79	
	Rindfleisch, 4 Jahre alt	45; 82	
	Gulasch	61; 94	
	Rindfleisch, 5 Jahre alt	88; 325	

Die Angaben von Wirthle beziehen sich auf reines Fleisch ohne Brühe. Die Brühe fand er ebenfalls zinnhaltig, aber die Bestimmungen ergaben, berechnet auf 1 Kilo Brühe:

für 2 jähriges	Fleisch	11,16
» 3 »	»	24,25
» 4 »	»	18,28
» 5 »	»	36,140.

Der einzige hohe Wert gehört mit dem hohen Zinngehalt des Fleisches von 325 mg zusammen. Die Werte sind durchschnittlich etwa $^1/_3$ so hoch wie die im Fleisch.

Über meine eigenen Untersuchungen von Fleischkonserven habe ich ganz kurz im Sommer 1899 auf der Versammlung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie berichtet. Ausführlich thue ich dies erst heute und bemerke dazu, dafs mir Material der gleichen Fabrik vorlag, das Wirthle untersuchte.

Büchse III. Gulasch 1894/95. Untersucht 7. II. 1899.

Büchseninhalt 580 g. Geschmack des stark gewürzten Fleisches angenehm, sehr wenig Brühe. Etwa 50 g des Büchseninhalts bestehen aus Speck. Es wird untersucht:

170 g	Fleisch (gemischt)	= 18,9 mg	Zinn
170 »	» »	= 18,0 »	»
170 »	» »	= 20,1 »	»
50 »	Fett	= 2,4 »	»

Also in 560 g 59,4 mg Zinn, in 580 g 62 mg
oder in 1000 » 107 » Zinn.

Büchse IV. Rindfleisch mit Brühe 93/94. Untersucht Febr. 1899.

Gewicht des Büchseninhaltes 600 g. Wenig Brühe, zwischen den Fleischstücken eine gelatinöse Masse. Die ganze Masse wird gut gemischt und zweimal je 100 g untersucht. Es wird gefunden:

100 g	Fleisch (gemischt)	= 11,4 mg	Zinn
100 »	» »	= 12,6 »	»

In der ganzen Büchse (600 g) 72 mg Zinn
oder in 1000 » 120 » »

Die Verzinnung ist in grofser Ausdehnung (ca. 10%) von kleinen, schwarzen, stecknadel- bis linsengrofsen Fleckchen bedeckt, die Fleckchen sind zum gröfsten Teil nicht abwischbar.

Büchse V. Filet 95/96. Untersucht Febr. 1899.

Gewicht des Büchseninhalts 710 g, davon 560 g Fleisch und 150 Brühe. Fleischstücke sehr schön, zart, Geschmack gut, wenig Fett dabei.

Es wird untersucht:

100 g Fleisch (gemischt) = 8,4 mg Zinn } also pro 1000 g 78 mg Zinn.
100 » » » = 7,2 » » }
150 » Brühe = 3,0 » » also pro 1000 g 20 mg Zinn.

Es enthält also die ganze Büchse in 710 g 46,7 mg Zinn
also in 1000 » 66 » »

Büchse I. Rindfleisch mit Brühe 96/97. Untersucht 23. I. 1899.

Die Büchse enthielt 410 g Fleisch und ca. 40 g Fett nebst 150 g Brühe. Die Brühe war braungelb, von kräftigem, leicht säuerlichem Geschmack, die Acidität derselben entsprach genau einer $^1/_{10}$-Normalsäure.

Die Untersuchung ergab

in 80 g Brühe 2,4 mg Zinn,
also in 150 g 4,5 mg, in 1000 g 30 mg Zinn,
» 60 » Fleisch (peripher) 7,2 mg Zinn, 120 » »
» 60 » » » 7,2 » » 120 » »
» 100 » » (central) 5,2 » » 52 » »
» 120 » » 8,0 » » 66 » »
» 40 » Fett 3,6 » » 90 » »

Also enthalten die peripheren Teile des Fleisches mehr Zinn als die centralen, das Fett (grofsenteils der Büchsenwand anliegend) zeigt ähnlichen Zinngehalt wie das Fleisch, die Brühe bleibt weit hinter dem Gehalt des festen Büchseninhaltes zurück.

Der Inhalt einer Büchse von 600 g enthält etwa:

in d. Brühe	im Fett	im periph. Fleisch	im central. Fleisch	
4,5	+ 3,6	+ 22	+ 13	= 43,1 mg Zinn,

entsprechend pro 1000 g Büchseninhalt 70 » »

Büchse II. Rindfleisch 1893/94. Untersucht 28. I. 1899.

Die Büchse enthielt 530 g reines, angenehm schmeckendes weiches Fleisch und 50 g weiches leimartiges Bindegewebe.

Es wurden gefunden

in 125 g Fleisch (peripher) 22,8 mg, in 1000 g 180 mg Zinn
» 125 » » » 18 » (Verlust durch Verpuffen)

in 90 g Fleisch (central) 11,7 mg in 1000 g 130 mg Zinn
» 90 » » » 9,0 » (Tiegel zersprungen)
» 50 Bindegewebe und Abfallfleisch 9,2 mg,
in 1000 g 184 mg Zinn.

Also in 580 g Büchseninhalt total
$2 \cdot 22{,}8 + 3 \cdot 11{,}7 + 9{,}2 = 90$ mg Zinn
entsprechend pro 1000 g Büchseninhalt 156 » »

Büchse VI. Gulasch 1897/98. Untersucht Febr. 1899.

Der Inhalt riecht und schmeckt gut, enthält etwa 50 g Fett und wiegt 600 g.

Es werden zwei Proben des gemischten Inhalts untersucht:
100 g Fleisch (gemischt) = 5,6
100 g Fleisch (gemischt) = 6,0.
Also in 600 g = 34,8
in 1000 g = 58,0.

In tabellarischer Form ergeben die Zahlen:

Es betrug der Zinngehalt in Büchsen von 6—800 g, berechnet auf 1000 g:

Rindfleisch mit Brühe	1893/94 (Nr. IV)	ca. 5 Jahre alt	120 mg
	1893/94 (Nr. II)	ca. 5 Jahre alt	162 mg
	1896/97 (Nr. I.)	ca. 2 Jahre alt	70 mg
Filet	1895/96 (Nr. V)	ca. 3 Jahre alt	66 mg
Gulasch	1894/95 (Nr. III)	ca. 4 Jahre alt	107 mg
	1897/98 (Nr. VI)	ca. 1 Jahr alt	58 mg.

Die Resultate stimmen recht gut zusammen, sie besagen, dafs frische Fleischkonserven nach ein bis zwei Jahren etwa 60 (58—70 mg) pro 1 kg enthalten, ältere, vier bis fünf Jahre alte etwa 107—162 mg. Im weiteren folgt, dafs die Brühe und einmal das Fett zinnärmer gefunden wurden wie das Fleisch. Endlich beweisen die gut stimmenden Resultate der Kontrollen die Anwendbarkeit der Titriermethode, sowie es sich um nennenswerte Zinnmengen handelt.

Die Büchsen fand ich nur bei dem fünf Jahre alten Fleisch wesentlich angegriffen (durch Schwefelzinn stellenweise verfärbt); den weifsen Belag, den Wirthle in diesem Fall auf den

braunen Stellen fand und als basisches Zinnchlorür deutet, haben wir nicht beachtet. Bei den jüngeren Büchsen fand Wirthle eine Korrosion nur an den Stellen, wo Fett der Büchsenwand anlag. Über den Zinnangriff durch Büchseninhalt vergleiche die Kontroversen von Beckurts und Reufs in Chem. Zeitg. 1889.

Über die Herstellung der Konserven erfuhr ich etwa folgendes:

Es wird nur gutes Fleisch, frei von Sehnen und Hautfett verwendet, doch etwas »Kernfett« dazu gegeben. Das Fleisch kommt vorgekocht in seiner entsprechend gesalzenen Bouillon in die Büchse und wird nach dem Verschlufs 60 Minuten bei 100—121 ° im Autoklaven erhitzt. Zu den Büchsen wird bestes, doppelt verzinntes Blech genommen. Bei einer Büchse haben wir von einem 2 qcm grofsen Stück von beiden Seiten, also von 4 qcm 42 mg Zinn gefunden, das wäre rund 10 mg pro 1 qcm oder 1 g pro 1 qdm. Wirthle bestimmte den Bleigehalt des Zinns auf 0,24 %. Die Büchsen sind nicht gelötet, nur gefalzt.

IV. Enthält die Litteratur Beweise für die Giftigkeit des Zinns in unseren Nahrungsmitteln.

Von den Beweisen, die für die Möglichkeit einer acuten Zinnvergiftung am Menschen durch Nahrungsmittel in der Litteratur enthalten sind, sind nur sehr wenige als schlagend anzusehen.

Scheinbar sehr beweisend ist die Beobachtung von Ungar und Bodländer:

Ein Ehepaar von 32 und 31 Jahren hatte am Abend zusammen den Inhalt einer zweipfündigen Spargelbüchse genossen, welcher einen vollkommen frischen Eindruck machte und gut mundete. Die übrige Abendmahlzeit (Kartoffel, kalter Aufschnitt, Bier, Brot) hatten noch fünf Hausgenossen geteilt, die gesund blieben. Das Ehepaar erkrankte am andern Morgen unter Hitzegefühl in Mund und Schlund, schlechtem Geschmack im Mund, Übligkeit, Erbrechen, Kolikschmerzen, Durchfall. Bei der Frau dauerte das Unwohlsein 24 Stunden, die folgende Appetitlosigkeit wenige Tage. Bei dem Manne, der den gröfseren Teil der Spargeln genossen hatte, dauerten die Durchfälle 48 Stunden, am dritten Tage bestanden noch dumpfe Magenschmerzen, Rücken- und Gliederschmerzen, Symptome von Dyspepsie dauerten 8 Tage. — Im Stuhl wurde nie Blut gefunden. Tenesmus fehlte.

Der Zinngehalt der Spargeln kann 150—200 mg für 500 g betragen haben, der Mann könnte also 300, die Frau bis 100 mg Zinn im Maximum genossen haben.

Es gelang aber Ungar und Bodländer, durch Fütterung zinnhaltiger Konserven selbst bei Verwendung sehr grofser Dosen nicht Tiere, und Menschen zu vergiften.

Ein anämischer Hund von 6 1/2 kg frafs in 5 Tagen 740 g Spargel (ca. 202 mg Zinn), 680 g Aprikosen (ca. 126 mg Zinn) und 765 g Erdbeeren (133 mg Zinn), d. h. zusammen 461 mg, d. h. pro Tag 92 mg oder 14 mg pro Kilo und Tag ohne jeden Schaden — das wäre für einen Menschen von 70 kg 980 mg Zinn pro Tag! Ob die bei der Tötung gefundene Schwellung der Lymphfollikel des Darms und der mesenterialen Lymphdrüsen mit dem Zinngehalt der Nahrung etwas zu thun hatte, bleibt dahingestellt. Im Harn und den Organen war sehr wenig Zinn.

Ein Mann (Bodländer) afs in 3 Tagen 914 g Spargel (247 mg Zinn) und 1213 g Aprikosen (297 mg Zinn), zusammen 544 mg Zinn, also pro Tag 180 mg Zinn, oder pro Tag und Kilo ca. 2,5 mg ohne Schaden.

Auf diese Ergebnisse hin sprechen sich Ungar und Bodländer gegen die Möglichkeit einer acuten Allgemeinvergiftung durch zinnhaltige Konserven aus. Die Möglichkeit einer acuten Magendarmerkrankung nehmen sie auch nur an unter der besonderen Voraussetzung, dafs das Zinn einmal in leicht löslicher ätzender Form in den Nahrungsmitteln enthalten wäre.

In ihrem Fall ist aber diese Annahme wohl auszuschliefsen. Erstens fanden Ungar und Bodländer niemals bei der Untersuchung von Spargelkonserven Zinn in der Brühe, zweitens wurde überhaupt die Brühe höchstens zum Teil mitgegessen (als Sauce), und endlich war der Geschmack der Speise absolut normal. Ungar und Bodländer sagen denn auch nirgends, dafs sie ihren Fall für eine acute Zinnvergiftung halten.

Nicht allzuviel anzufangen ist nach diesen Feststellungen mit der Beobachtung von Sedwigk (Rev. intern. des falsif. 1888, 56), aus der nur zu entnehmen ist, dafs Birnen, die in einem verzinnten Kupferkessel gekocht waren, Magendarmstörungen hervorbrachten. Sie sollen einen »beträchtlichen« Zinngehalt gehabt haben.

Ähnlich ist es mit einer Beobachtung von A. H. Weber. Dieser fafst eine Erkrankung von zwei Personen durch eine

Konserve, die pro kg 494 mg Zinnoxyd = 390 mg Zinn enthält, als Zinnvergiftung auf. (Rev. int. des falsif. V. p. 142.)

Beide Fälle können Vergiftungen durch apfelsaures Zinn darstellen; ohne die Originallitteratur zu kennen, ist schwer zu sagen, wie grofs die Wahrscheinlichkeit für diese Annahme ist.

Ohne Citat finde ich in meinen Notizen eine »Zinnvergiftung« von Johnson aus New-York. Sechs Menschen erkrankten nach Genufs von zinnhaltigen Büchsentomaten an starken Leibschmerzen, Trockenheit im Halse, Tenesmus, Gastroenteritis mit blutigem Durchfall, sogar Coma wurde beobachtet.

Ebensowenig kann ich über eine im Sanitary Record 15 I. 1884, p. 353 berichtete, mir im Original unzugängliche Vergiftung durch Salm aus Zinnbüchsen näheres berichten.

Nicht genügend ausführlich ist der mir zur Verfügung stehende Bericht über angeblich in Holland vorgekommene acute und chronische Zinnvergiftungen. Die Chemikerzeitung (1891. Bd. XV, 564) bringt darüber bei Gelegenheit eines Referates über den III. Kongrefs der niederländischen Naturforscher und Ärzte zu Utrecht am 3. und 4. April 1901 folgende Notiz:

»Van Hamel-Roos berichtet über das Aufbewahren von Speisen in Blechbüchsen und weist auf verschiedene in den letzten Jahren beobachtete Vergiftungsfälle durch Zinn hin. Der bedeutendste Fall kam bei Utrecht vor, wo 270 Soldaten im Lager erkrankten nach dem Gebrauch von in Blechbüchsen konservierten Speisen (Salatkraut und Fleisch). Prof. Wefers Bettink (Utrecht), der diesen Fall untersucht hat, konstatierte pro 1 kg Speise 19—72 mg Zinn, er stellte fest, dafs die im Gemüse enthaltene Apfelsäure das Zinn aufgelöst hatte. — Während der Sitzung wurde dem Vortragenden ein chronischer Vergiftungsfall mitgeteilt, welcher von dem steten Genufs von in metallenen Büchsen konservierten Speisen herrührte, und der für die betreffende Person tödlich geworden war.«

Nichts einzuwenden erscheint mir dagegen gegen die Selbstbeobachtung von T. Günther (Zeitschr. f. Untersuch. der Nahrungsmittel 1899, S. 915). 150 g Ostseeelikatefsbüchsenhäringe in Weinsauce mit einem Zinngehalt von 154 mg Zinn brachten

eine acut einsetzende, sechs Tage andauernde Verdauungsstörung hervor — die wohl ganz unbedenklich mit dem Autor als acute Zinnvergiftung aufgefafst werden kann. Hier handelt es sich um ein lösliches Zinnsalz und reichliche Zugabe freier Säure.

Dies ist die ganze Ausbeute an mehr oder weniger wahrscheinlichen acuten Zinnvergiftungen durch Konserven in der Litteratur — bei der enormen Verbreitung des Konservengenusses, der durchaus dürftigen Beobachtung der meisten Fälle und in Anbetracht der Versuche von Ungar und Bodländer dürfen wir wohl alle mit Ausnahme des letzten Falles ernsthaft bezweifeln — wenn wir keine Ideosynkrasie gegen Zinn annehmen wollen. Bei fast allen einigermafsen plausiblen Fällen hat es sich um apfelsaures oder weinsaures Zinn gehandelt. Die Säure der Tomate ist Citronensäure, über deren Verhalten zum Zinn nichts ermittelt ist.

Über chronische Zinnvergiftungen am Menschen kenne ich überhaupt keine Angabe, die halbwegs der Kritik Stand hielte.

Der obenerwähnte holländische Fall (S. 104) ist undiskutierbar, Ungar und Bodländer bringen keinen Fall, obwohl sie gewifs eifrig nach einem solchen gesucht haben.

V. Die Tierversuche von Ungar und Bodländer.

In ihrer kritischen sorgfältigen Arbeit haben, wie wir oben gesehen, Ungar und Bodländer gezeigt, dafs an Tieren von den Zinnmengen, wie sie in den Konserven etwa aufgenommen werden können, keine acuten Störungen ausgelöst werden, wenn nur ätzende Salze vermieden werden.

Diese Erfahrung ist in bestem Einklang mit den oben zusammengestellten Beobachtungen am Menschen und hierüber ist wohl nichts weiteres zu sagen.

Die Frage der chronischen Zinnvergiftung haben Ungar und Bodländer in 22 genauen, zum Teil über lange Zeit ausgedehnten Versuchen studiert und unzweifelhaft dargethan, dafs ziemlich rasch durch fortgesetzte subcutane Injektion

kleiner Zinndosen (weinsaures Zinnoxydulnatrium) chronische Zinnvergiftungen ausgelöst werden können, deren charakteristische Symptome etwa die folgenden sind: Mattigkeit, verminderte Frefslust, Erbrechen und Würgen, Anämie, ataktischer Gang, Zittern, Lähmung der Muskulatur, Tod.

Zum Teil wurden auch Sensibilitätsstörungen und Veränderungen der Sehnenreflexe beobachtet. Je kleiner die tägliche Dosis war, je langsamer sich das Vergiftungsbild entwickelte, um so reiner trat das Bild der Erkrankung des Centralnervensystems gegenüber der des Verdauungsapparates hervor. Besonders leicht zeigten Katzen Symptome von Verdauungsstörungen.

Kaninchen waren viel weniger empfindlich als Katzen und Hunde, bei letzteren beiden Tierklassen führte schon 0,7 bis 1,3 mg Zinn pro Kilo subcutan täglich injiciert nach einigen Monaten zu schwerer Erkrankung, ja zum Tode. Sehr interessant war, dafs zweimal hochgradig entwickelte, durch lange Zinnzufuhr hervorgebrachte Vergiftungserscheinungen nach Aussetzen der Zinnzufuhr prompt zurückgingen!

Bei der Sektion würden, abgesehen von leichten entzündlichen Veränderungen des Magendarmkanals namentlich in den mehr subacuten Fällen, nur wenige pathologisch-anatomische Veränderungen gefunden. Die Darmschleimhaut zeigte in den langsamer verlaufenen Fällen eine eigentümlich braune Verfärbung, am stärksten im Cöcum und den angrenzenden Partien des Dünndarms und Dickdarms, wahrscheinlich durch Einlagerung von Schwefelzinn in die Lymphgefäfse bedingt. Aufserdem wurde Abmagerung, Anämie, in einigen Fällen mäfsige fettige Degeneration der Leber, und bei je einem Hund und einer Katze leichte fettige Degeneration des Herzens gefunden. Die Untersuchung des Centralnervensystems ergab keine Resultate.

Haben Ungar und Bodländer in den besprochenen Versuchen die sehr grofse Giftigkeit des Zinns bei subcutaner, lange fortgesetzter, wenn auch geringer Zufuhr dargethan, so lauten ihre Resultate für die uns praktisch allein interessierende Zufuhr per os ganz anders. Ich setze die Versuche in kurzem Auszug her:

1. Ein Kaninchen von 1760 g erhält 42 Tage lang täglich 125 mg Zinn als weinsaures Zinnoxydulnatrium in 20 ccm Wasser mit der Schlundsonde, nimmt auf 1820 g an Gewicht zu und wird dann tot gefunden.

2. Ein Hund von 3200 g (noch nicht ausgewachsen) erhält in stark steigenden Dosen, von 0,01 an beginnend, Zinn als weinsaures Doppelsalz im Futter.

Am 21. XII. 1883 bei Versuchsbeginn	0,01 pro Tag,
» 4. I.	0,3 » »
» 19. I. bis 24. II.	0,6 » »
Von jetzt ab 40 Tage lang täglich .	0,01 Zinn mehr!
3. IV. bis 5. IV.	1,0.

Am 5. IV. wurde das Tier, das aufser häufigem Erbrechen und zeitweise geringer Frefslust keine Störungen gezeigt hat, wegen Räude bei einem Gewicht von 4210 g getötet.

Die Sektion ergibt fleckweise Pigmentierung im unteren Drittel des Coecum, der Darm ist stellenweise etwas injiziert, die Peyerschen Plaques und Solitärfollikel geschwellt, die Mesenterialdrüsen vergröfsert. — Sonst war das Tier gesund und wohlgenährt.

Das Tier hat in 107 Tagen ca. 63 g Zinn, d. h. pro Tag 0,59 oder pro Tag und Kilo 160 mg Zinn aufgenommen!

3. Ein Hund von 7570 g erhält zuerst 4 Monate lang Zinn von 0,01 bis 0.6 g steigend, dann ein Jahr lang 0,6 g; dabei geht das Gewicht infolge von stellenweise vorhandenen Verdauungsstörungen auf 6990 herunter; ca 14 Tage lang erhält der Hund nun zinnfreies Futter, er frifst wieder ordentlich, verendet aber unter dem Bilde der chronischen Zinnvergiftung: Ataxie, Lähmung der Muskeln u. s. f., wie oben bei den injizierten Tieren beschrieben. Auch Störungen der Intelligenz waren unverkennbar. — Bis deutliche nervöse Störungen auftraten, war ein Jahr vergangen, mäfsige Verdauungsstörungen waren während dieser Zeit das einzige manifeste Symptom.

Die Sektion zeigte keine Läsionen des Verdauungsapparates, nur etwas Pigmentierung mancher Darmteile.

Das Tier hat in Summa ca. 252 g Zinn in 16 Monaten gefressen, im Durchschnitt 0,55 g pro Tag oder über 70 mg pro Kilo.

4. Ein Hund von 4400 g erhält täglich Zinnchlorid, das durch Milchzusatz seiner Ätzwirkung beraubt ist. Das Tier erhält 3½ Monate, steigend von 0,04—0,6 g Zinn täglich in 2 Tagesdosen. Bis zu dieser Zeit ist Widerwillen gegen das Futter und gelegentliches Erbrechen das einzige Resultat der Fütterung. Von dieser Zeit ab beginnt ein spastischer Gang und Lähmung in den Hinterbeinen. Erst nach weiteren 3½ Monaten einer Zinnzufuhr von 0,6 g pro Tag steigern sich die Symptome, und erst nach weiteren 6½ Monaten geht das Tier gelähmt und verblödet zu Grunde. In dieser letzten Periode betrug die Zinnaufnahme etwa 0,3—0,2 g pro Tag.

Die Obduktion ergibt wieder nur etwas fleckweise Pigmentierung des Darmkanals.

Das Tier hat im Durchschnitt ungefähr 0,35 g Zinn pro Tag erhalten, d. h. pro Tag und Kilo etwa 80 mg und im ganzen etwa 140 g Zinn in 13 1/2 Monaten.

Niemand wird Ungar und Bodländer bestreiten, dafs sie durch ihre schönen Versuche die Möglichkeit der chronischen Zinnvergiftung per os bewiesen haben. Aber sie haben auch gezeigt, dafs dazu Zinnmengen und Zeiträume erforderlich sind, welche die praktische Bedeutung ihrer Versuche sehr einschränken. Wer möchte aus Versuchen, bei denen pro Tag und Kilo monatelang 70, 80, 160 mg Zinn in löslicher Form eingeführt wurden, schliefsen, dafs die Zinnmengen in unseren Konserven zu chronischen Vergiftungen führen können.

VI. Eigene Tierversuche.

Ich komme nun zu meinen eigenen Fütterungsversuchen. In denselben sollten zwar gröfsere Zinnmengen per Kilo verwendet werden als sie etwa beim Menschen zur Wirkung kommen können, um die Versuche zu Schlüssen a fortiori auf den Menschen verwenden zu können, aber es sollte vermieden werden, so grofsen Mengen zu geben, dafs jeder Vergleich mit den Dosen der Praxis wegfällt. Als Versuchstiere wählte ich die nach Ungar und Bodländer sehr empfindlichen Katzen; die Versuchsdauer sollte für jeden Versuch 1 Jahr wenigstens betragen und als Zinnpräparate wurden weinsaures Zinn, essigsaures Zinn und zinnsaures Natron gewählt. Essigsaures und weinsaures Zinn können leicht in Konserven entstehen, zinnsaures Natron ist ein wichtiges Präparat für die Färberei.

Stellen wir für einen Mann eine Kost aus möglichst stark zinnhaltigen Konserven her, so können wir etwa 420 mg pro Tag zuführen:

1	Pfund	Spargel	160 mg
1/2	»	Aprikosen	60 »
1/2	»	Erdbeeren	45 »
1	»	Fleischkonserven . .	160 »
			420 mg.

Wir wollen 450 mg Zinn annehmen unter der Voraussetzung, dafs noch sonstige Konserven in kleinerer Menge genossen werden — auf die Dauer möchte ein Genufs solcher Konservenmengen auch bei grofser Abwechslung wohl ziemlich schwer sein, wir wollen aber einmal annehmen, er sei monate- und jahrelang möglich. 450 mg Zinn pro Tag macht für einen Mann von 75 kg etwa 6 mg pro Kilo. Kann eine derartige Menge bei langer Zufuhr schaden?

Hierüber geben Ungar und Bodländers Versuche gar keine Auskunft, es fehlen langdauernde Versuche an empfindlichen Tieren mit nicht ätzenden Zinnsalzen in mäfsiger Dosis vollkommen in der Litteratur. Ungar und Bodländer haben gleich die 10—20fache Menge eingeführt.

Versuch I. Katze. Natriumstannat. 13 Monate.

Eine acht Wochen alte kräftige weibliche Katze erhält am 27. VI. 1899 beginnend — nachdem das Tier 14 Tage lang vorher beobachtet und gesund befunden war — täglich unter der Nahrung zinnsaures Natron. Einige Male wurde das Salz unter Milch, alle übrigen Male unter Pferdefleisch verfüttert. Natrium stannicum (bezogen von Merk) hat die Formel $Na_2 Sn O_3 + 3 H_2O$, enthält 44,4 % Zinn. (22,6 zinnsaures Natron = 10 mg Zinn.) Es löst sich ziemlich gut schon in der Kälte, und wird aus der wässerigen Lösung durch stark verdünnte Salzsäure nicht gefällt, wohl aber durch stärkere Säurekonzentration.

Das Tier erhielt:

Vom 27. VI.	— 6. VII.	1899	= je 5 mg Sn p. d.	= 10 Tage	=	50 mg Sn
» 7. VII.	— 21. VII.	»	= » 10 » » » »	= 15 »	=	150 » »
» 22. VII.	— 10. VIII.	»	= » 20 » » » »	= 20 »	=	400 » »
» 11. VIII.	— 9. IX.	»	= » 25 » » » »	= 30 »	=	750 » »
» 10. IX.	— 10. X.	»	= » 30 » » » »	= 30 »	=	900 » »
» 11. X.	— 11. XI.	»	= » 40 » » » »	= 30 »	=	1200 » »
» 12. IX.	— 12. I.	1900	= » 40 » » » »	= 60 »	=	2400 » »
» 13. I.	— 13. III.	»	= » 40 » » » »	= 60 »	=	2400 » »
» 14. III.	— 14. V.	»	= » 40 » » » »	= 60 »	=	2400 » »
» 15. V.	— 15. VII.	»	= » 40 » » » »	= 60 »	=	2400 » »
» 16. VII.	— 29. VII.	»	= » 40 » » » »	= 14 »	=	560 » »

Das Tier frafs also in 389 Tagen 13,61 g Zinn = 30,6 g Natriumstannat. Also im Durchschnitt pro Tag 34,7 mg Zinn = 78,4 mg Natriumstannat. Da

das Durchschnittsgewicht 2600 g betrug, so erhielt es pro Tag und 1 kg 13,4 mg Sn = 30,2 mg $Na_2 SnO_3 + 3 H_2O$.

Bei dieser Fütterung gedieh das Tier vorzüglich, es zeigte niemals die geringsten Störungen der Frefslust, nahm regelmäfsig an Körpergewicht zu, wie folgende Zahlen beweisen:

Gewichte:	27. VI.	1899	= 1080 g	(Anfang der Sn-Fütterung.)
	1. VIII.	»	= 1550 g	
	5. IX.	»	= 1780 g	
	15. X.	»	= 2620 g	
	15. XI.	»	= 2900 g	
	20. XII.	»	= 2900 g	
	28. II.	1900	= 3150 g	
	30. III.	»	= 3200 g	
	5. VI.	»	= 3180 g	
	3. VII.	»	= 3300 g	
	30. VII.	»	= 3200 g	(tot gewogen.)

Am 30. VII. 1900 wird das Tier in voller Gesundheit mit Chloroform getötet.

Sektionsbefund: Prachtvoll gewachsene, gut genährte, kräftige Katze mit glänzendem, tiefschwarzem Pelz. Schön fett. Netz und subkutanes Gewebe gleichmäfsig fett. Im Uterus sechs Embryonen. Leber, Milz, Pankreas äufserlich völlig normal. Magen völlig leer. Nieren in dicke Fettpolster eingebettet. Nierenkapsel löst sich leicht. Niere normal, Blutgehalt völlig normal. Magen tadellos, Schleimhaut in mäfsigen Längsfalten vorspringend, gleichmäfsig blafs, nicht verdickt. Dünndarm absolut normal. Im Dickdarm eine Mischung von Haaren und lehmfarbigem dünnen Kot; normal. Rippenknorpel sehr weich. Thymus auffallend grofs. Herz klein, von normaler Form und Farbe; rechter Ventrikel schlaff, linker kontrahiert.

Die chemische Untersuchung der Organe geschah mit der allergröfsten Sorgfalt und unter Aufwendung aller Erfahrungen, die in dem analytischen Teil dargelegt sind. Das Prinzip war: Die Organe wurden mit Salpetersäure verbrannt, in die trübe Lösung der Salpeterschmelze wurde Schwefelwasserstoff eingeleitet. Der sehr spärliche Niederschlag wurde abfiltriert, mit Soda und Salpeter geschmolzen, in die unfiltrierte Lösung wieder Schwefelwasserstoff eingeleitet und die Niederschläge mit Salpetersäure geglüht. Das erhaltene SnO_2 wird mit Cyankalium (3 successive Schmelzungen) in Zinn verwandelt und letzteres auf einem Filterchen gesammelt, in Salzsäure gelöst und mit Schwefelwasserstoff gefällt. Die Farben der Niederschläge wurden mit solchen, die in bekannten Zinnmengen entstehen, verglichen. Die halbwegs erheblichen Schwefelzinnniederschläge wurden in Schwefelammonium gelöst und 36—48 Stunden elektrolysiert mit dem Strome von vier Meidingerschen Elementen.

Das Resultat war trotz aller Bemühungen fast negativ.

Es fand sich:

Organe	Gewicht frisch	Milligramm Sn kolorim.	Milligramm Sn elektrol.	Milligramm Sn pro Kilo nach der kolor. Best.
Galle	1,5 g	0	—	0
Dickdarm (sehr gut ausgespült)	20 »	0,25	0,2	12,5
Dünndarm	66 »	Spuren	—	0
Harn	9 »	ca. 0,01	—	1,0
Herz	11,5 »	0	—	0
1/3 Leber (29,3 g)	29,3 »	0,2	0,15	6,8
1/3 Leber (Kontrolle)	29,3 »	0,15	0,1	5,1
Milz	8,4 »	0	—	0
Muskel	64 »	0	—	0
Thymus	5,6 »	0	—	0

Die ganze Leber wog 94 g, in derselben waren 0,64 mg Zinn.

Versuch II. Katze. Zinnacetat. 18 Monate.

Eine 8 Wochen alte, kräftige Katze, welche erst 14 Tage ohne Zinnfütterung beobachtet und gesund befunden war, erhält vom 27. VI. 1899 ab täglich unter der Nahrung (fast nur gekochtes Pferdefleisch und etwas Milch) fein verteilte Mengen von Zinnacetat.

Zinnacetat $(C_2H_3O_2)_2$ Sn, von Merk bezogen, ist nur wenig in Wasser, ebensowenig in Wasser und Essigsäure oder Wasser und verdünnter Salzsäure löslich, auch nicht nach längerem Kochen. Sehr leicht löst es sich in Sodalösung. Es enthält genau 50% Sn.

Das Tier erhielt:

vom 27. VI. — 6. VII.	1899 je	5 mg Sn p. d., also in	10 Tagen		50 mg,
» 7. VII. — 21. VII.	» »	10 » » » » » »	15	»	150 »
» 22. VII. — 10. VIII.	» »	20 » » » » » »	20	»	400 »
» 11. VIII. — 9. IX.	» »	25 » » » » » »	30	»	750 »
» 10. IX. — 10. X.	» »	30 » » » » » »	30	»	900 »
» 11. X. 1899 — 1. I. 1901	» »	40 » » » » » »	434	»	16 960 »
		Zusammen in	539 Tagen		19 210 mg.

Die Katze hat also in 539 Tagen (rund 18 Monaten) 19,2 g Zinn gleich 38,42 g Zinnacetat gefressen.

Pro Kilo betrug die Aufnahme während des gröfsten Teiles des Versuches ca. 9 mg pro die, nur die allererste Zeit nur 4 mg.

Das Tier entwickelte sich dabei, obwohl es in einem mäfsig grofsen Käfig (0,5 cbm) gehalten wurde, sehr gut, was die folgenden Wägungen beweisen:

27. VI. 1899 = 1100	28. II. 1900 = 4550
1. VIII. » = 1620	30. III. » = 4530
5. IX. » = 1970	5. VI. » = 4480
15. X. » = 2870	3. VII. » = 4470
15. XI. » = 3380	1. IX. » = 4380
20. XII. » = 3780	2. I. 1901 = 4600.

Am 2. I. 1901 wurde das Tier in voller Gesundheit mit Chloroform getötet.

Sektionsbefund: Prachtvoll entwickelte männliche Katze. Ziemlich fett. Magen ganz normal, Darm normal, nur seine mittlere Partie zeigt eine Strecke weit eine minimale Rötung. Dickdarm ganz normal. Leber normal. Nieren etwas grofs. Rinde und Markschicht graurot, die Grenzschicht etwas dunkler rot. Die Mikroskopie der frischen Niere ergibt starke Verfettung. Harn schwach sauer, von etwas Sperma schwach trübe. Trübung ändert sich weder beim Kochen noch bei Säurezusatz. — Herz klein, von Fett überwachsen, Lungen normal.

Die chemische Untersuchung wurde wieder mit jeder denkbaren Vorsicht und geduldigster Prüfung aller Filtrate ausgeführt und festgestellt, dafs wir alles Zinn finden mufsten, was da war. Die Bestimmung wurde durch kolorimetrische Vergleichung der Zinnsulfidniederschläge mit solchen aus bekannten Zinnmengen ausgeführt, nachdem das Zinn wie in Versuch I mehrfach durch Schwefelwasserstoff und Cyankalium rein gewonnen war.

Die erhaltenen Zahlen sind:

Organe	Gewicht frisch	Milligramm Sn	Milligramm Sn pro Kilo frische Substanz
Blut	25,0	0,2	8,0
Dünndarm	75,0	0,2	4,0
Hirn	21,0	0,2	10,0
1/2 Leber mit Salpetersäure	42,0	0,4—0,45	10,0
1/2 Leber mit Schwefelsäure	42,0	0,4—0,45	10,0
Milz	11,3	0,2	17,7
1/2 Niere mit Salpetersäure	18,0	0,35	20,0
1/2 Niere mit Schwefelsäure	18,0	0,35	20,0
Dickdarm	20,0	0	0
Mesenterialdrüse	11,3	0	0
Galle	1,8	0	0
Harn	5,5	0	0
Herz	15,0	0	0

Versuch III. Zinntartrat-Katze. 20 Monate.

Eine 6 Wochen alte Katze wurde 14 Tage beobachtet und gesund befunden, hierauf 20 Monate täglich mit Zinn gefüttert. Das Zinnsalz wurde fast ausschliefslich unter gekochtem Pferdefleisch verabreicht.

Zinntartrat von Merk bezogen $C_4H_4O_6Sn$ ist wenig in kaltem Wasser löslich, wenig besser in heifsem. Besser löst es sich in Wasser und verdünnter Salzsäure, recht gut in warmem Wasser mit Chlornatriumzusatz. In Sodalösung ist die Löslichkeit schlecht. Das Präparat enthielt 44,36 % Zinn.

Das Tier erhielt

vom 27. VI. 99 —	6. VII. 99	je	5 mg Sn	pro die,	also in	10	Tagen	50 mg
» 7. VII. » —	21. VII.	»	» 10 »	»	» » »	15	»	150 »
» 22. VII. » —	10. VIII.	»	» 20 »	»	» » »	20	»	400 »
» 11. VIII. » —	9. IX.	»	» 25 »	»	» » »	30	»	750 »
» 10. IX. » —	10. X.	»	» 30 »	»	» » »	30	»	900 »
» 11. X. » —	18. III. 1901	»	» 40 »	»	» » »	507	»	20 280 »
								22 530 mg

Also in 612 Tagen, d. h. in 1 Jahr und 8 Monaten, 22,530 g Zinn als 49,7 g Zinntartrat.

Die Katze bekam durchschnittlich pro Tag 36 mg Zinn = 81,5 mg Zinntartrat, also pro Tag und Kilo meist ca. 15 mg Zinn.

Die Katze gedieh dabei recht gut, sie entwickelte sich zwar nicht bis zu einem Körpergewicht wie die Tiere I und II, da wir aber in Versuch IV eine Schwester von Tier III ohne Zinn fütterten, ohne dafs sich dieses Tier anders entwickelt hätte, so darf ich wohl die geringere Entwicklung der Tiere III und IV auf ihre Rasse beziehen, womit das geringe Anfangsgewicht stimmt. Folgendes waren die Körpergewichte:

27. VI. 1899 = 800 g	15. XI. 1900 = 2050 g	5. VI. 1900 = 2485 g
1. VIII. » = 1170 »	20. XII. » = 2200 »	3. VII. » = 2650 »
5. IX. » = 1520 »	28. II. » = 2350 »	1. IX. » = 2550 »
15. X. » = 1980 »	30. III. » = 2250 »	18. III. 1901 = 2700 »

Das Tier wurde am 18. III. 1901 in voller Gesundheit mittels Chloroform getötet. Der Sektionsbefund war vollkommen normal, der Harn blafsgelb, eine Spur opalescent, auf Erhitzen keine Veränderung. Ein Tröpfchen Essigsäure läfst einige feine Flöckchen auftreten. Biuretreaktion der in Natronlauge gelösten Flöckchen negativ.

Die chemische Untersuchung wurde wieder mit aufserordentlicher Sorgfalt und Zeitaufwand nach den oben aufgeführten Methoden geführt. Diesmal wurden die etwas gröfseren Mengen zum Vergleich der kolorimetrischen Ergebnisse gewichtsanalytisch als SnO_2 bestimmt, was sehr gut stimmte.

Organe	Gewicht	Milligramm Sn gefunden		Milligramm Sn pro Kilo
		kolorimet.	gewichtsanalyt.	
Galle	0,5	0	—	0
Harn	21,5	0,3	—	14,0
Milz	8,0	0,07	—	8,8
1 Niere	12,8	0,5	—	39,1
Leber (88 g — 1/4)	66,0	3,0	3,9 SnO_2 = 3,0	45,5
Herz und Lunge	40,0	Spur (0,05)	—	ca. 1,0
Magen	30,4	0,97	—	20
Mageninhalt	35,0	2 · 4,0 = 8,0	2 · 5,1 = 10,2 SnO_2 = 8 mg Sn	—
Dünndarm	88,0	1,0	—	11,4
Dickdarm	15,0	Spur (0,05)	—	3,4
Hirn	20,0	0,25	—	12,5

Versuch IV. Kontrollkatze ohne Zinn.

Als Kontrolltier zu den 3 Zinnkatzen wurde eine vierte Katze, Bruder von Nr. III, gefüttert mit dem gleichen gekochten Pferdefleisch (unter gelegentlicher Milchzugabe) wie Nr. I—III.

Das Tier gedieh sehr gut, nahm an Körpergewicht zu, wie folgt:

27. VI.	1899	=	720 g,
1. VIII.	»	=	1000 »
5. IX.	»	=	1420 »
15. X.	»	=	2100 »
15. XI.	»	=	2380 »
20. XII.	»	=	2600 »
17. I.	1900	=	Gewicht zu bestimmen vergessen. Katze tot gefunden.

Am 17. I. 1900 wird das Tier tot gefunden. Kräftig entwickelt, sehr gut genährt, massenhaftes Peritoneal und Netzfett. Leber, Niere, Lunge, Herz, Milz, Pankreas absolut normal. Meningen nicht getrübt, Piagefäfse etwas stark injiziert. Magen mit einigen wenigen Längsfalten, enthält etwas dünne Flüssigkeit. Im oberen Teile des Dünndarms finden sich etwas dickere, im unteren Teile dünnere, grauliche Schleimmassen. Darm oben etwas injiziert, Dickdarm mit weichem, grünschwärzlichen Kot gefüllt.

Ein einleuchtender Grund für den Tod besteht nicht, das Tier soll am Tage vor seinem Tode etwas schlecht gefressen haben, die Sektion ergab nur etwas Magendarmkatarrh. Es ist interessant, dafs von den 4 Katzen gerade die ohne Zinn zu Grunde ging, jedenfalls bedeutet das Ergebnis eine ernste Warnung, auf einzelne Todesfälle in einer Reihe von Fütterungsversuchen nicht zu viel Wert zu legen!

VII. Schlufsfolgerungen.

1. Acute, aber meist leichte Verdauungsstörungen können durch den Genufs von Nahrungsmitteln hervorgebracht werden, welche gröfsere Mengen Zinn (100 bis mehrere Hundert Milligramm) in löslicher Form enthalten. Speziell scheinen ältere Äpfel- und Weinsäure enthaltende Konserven nicht unbedenklich — wenn grofse Mengen auf einmal verzehrt werden. Die Zahl der hierhergehörenden sicheren Vergiftungen ist noch sehr klein.
2. Die gewöhnlichen nicht sauren oder nicht stark sauren Fleisch- und Gemüsekonserven scheinen zu einer acuten Vergiftung kaum jemals Anlafs zu geben, wenigstens ist kein ganz sicherer Fall dieser Art trotz des enorm verbreiteten Konservengenusses bekannt. Man wird bei »acuten Zinnvergiftungen« stets an Vergiftungen durch verdorbene Konserven denken müssen und erst dann

das Zinn anschuldigen dürfen, wenn jede andere Erklärung fehlt. Zeitungsnotizen über acute Zinnvergiftungen sind mit gröfster Skepsis aufzunehmen, wie alle Zeitungsnotizen.

3. Chronische Zinnvergiftungen durch die Mengen, wie sie in Konserven längere Zeit aufgenommen werden können (4—6 mg Zinn pro Kilo und Tag) sind bisher niemals am Menschen beobachtet. Im Katzenversuch sind noch 10—14 mg Zinn pro 1 Kilo und Tag bei 1—1$^1/_2$ Jahre lang dauernden Versuchen nicht merklich schädlich[1]) befunden worden.
4. Idiosynkrasische Empfindlichkeit gegen Zinn bei acuter oder chronischer Zufuhr mufs für einzelne Menschen als theoretische Möglichkeit zugegeben werden, einen sicheren Beweis dafür kennen wir nicht.
5. Es erscheint also keine besondere Vorsicht beim Genufs von Konserven aus Zinnbüchsen geboten, vorausgesetzt, dafs es sich nicht um stark wein- oder apfelsaure Objekte handelt. Solche sollten nur in Glas, Porzellan oder Holz verpackt werden dürfen. Nach den Untersuchungen von Kayser scheinen Konserven in Essig auch bei Verwendung von Weifsblech wenig bedenklich, doch wären über den Zinngehalt marinierter Häringe etc. weitere Untersuchungen erwünscht. Ebenso sind noch Untersuchungen über das Verhalten des Zinns gegen Milchsäure und Citronensäure anzustellen.
6. Trotz der geringen Schädlichkeit des Zinns wäre die Erfindung einer Verpackung der Konserven zu begrüssen, welche die Zinnmengen, die heute noch beim Konservengenufs mit verzehrt werden müssen, von der menschlichen Nahrung ausschlöfse.

1) In der vorliegenden Arbeit habe ich die Resultate der histologischen Untersuchung der Nieren einstweilen weggelassen. Die Katzenniere zeigt auch bei angeblich gesunden Tieren derartig häufig nicht blofs Verfettungen, sondern auch interstitielle Prozesse, dafs ich das Urteil darüber, ob die Nieren der Zinntiere mikroskopisch »normal« waren, bis auf weiteres verschieben mufs.

Die physiologische Bakteriologie des Darmkanals.

(Mit 1 Tafel.)

Von

Alex. Klein,
Privatdozent in Amsterdam.

(Aus dem Institute für Hygiene u. Bakteriologie der Universität Amsterdam[1]).

I. Einleitung.

Schon vor etwa 20 Jahren wurde auf die Thatsache gewiesen, dafs in den Fäces des Menschen eine sehr bedeutende Zahl Bakterien sich vorfindet; die Untersuchungen von Nothnagel[2]) und Bienstock[3]) erregten in hohem Grade das Interesse derjenigen, die sich in jener Zeit mit dem Studium der Verbreitung und der Rolle der niederen Organismen in der Natur befafsten. Besonders aber, nachdem Duclaux[4]) die Bedeutung der Bakterien für den Aufbau der organischen Stoffe in den

---

1) Kurze Mitteilungen dieser Untersuchungen wurden gemacht in der »Koninklyke Akademie van Wetenschappen« zu Amsterdam:

Alex. Klein, Bakteriologische Onderzoekingen van menschelyke faeces (I. Mitteilung), Verslagen Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam, 1901, Deel X, S. 57, Proceedings 1901, Vol. IV, S. 65.

Alex. Klein, De bakteriologische Verhoudingen in het darmkanaal van het konyn (II. Mitteilung). Verslagen Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam, 1902, Deel X, S. 584, Proceedings 1902, Vol. IV, S. 477.

2) Nothnagel, Zeitschr. f. klin. Medizin, 1881, Bd. III, S. 275.

3) Bienstock, Über die Bakterien der Fäces. Zeitschr. f. klin. Medizin, 1884, Bd. VIII, S. 1.

4) E. Duclaux, Sur la germination dans un sol riche en matières organiques, mais exempt de microbes. Compte rend., T. 100, p. 66.

Pflanzen experimentell festgesetzt und nachdem Pasteur[1]) zum Studium der Rolle der Bakterien im Darmkanal von Menschen und Tieren angeregt hatte — wobei zu erkennen gegeben wurde, dafs ein positives oder negatives Resultat in dieser Richtung unzweifelhaft für die Physiologie der Digestion grofsen Wert hätte —, nach dieser Zeit hat es nicht gefehlt an Untersuchungen auf dem Gebiete der Bakteriologie des Darmkanals. Und nicht ohne Recht; denn die Bakteriologie des Verdauungskanals umfafst sehr bedeutende Probleme, Probleme von grofser Wichtigkeit vom allgemein biologischen Gesichtspunkt — die Möglichkeit oder Unmöglichkeit des tierischen Lebens ohne Bakterien — Probleme weiter von höchster Bedeutung für die Physiologie der Digestion, für die Pathologie der zahlreichen bakteriellen Darmkrankheiten.

Eine Übersicht der umfänglichen Litteratur auf diesem Gebiete findet sich im Centralblatt für Bakt. und Parasitenk. von der Hand von Kohlbrugge[2]); ich kann mich deshalb darauf beschränken, unter Hinweis auf diese Abhandlung, in kurzen Zügen den gegenwärtigen Standpunkt der wichtigsten Fragen der Darmbakteriologie anzugeben.

In erster Linie hat man angefangen, wie vor der Hand lag, bei einer grofsen Zahl verschiedener Tierarten die Verbreitung der Bakterien im Darmkanal zu erforschen. Es ergab sich, dafs im Dünndarm, wenn Ingesta nicht in demselben anwesend sind, nur wenig niedere Organismen sich vorfinden; die Bakterienzahl im Dünndarm nimmt zu, je tiefer man kommt. Nach Kohlbrugge[3]) findet man bei verschiedenen Tieren (Kaninchen, Meerschweinchen, Maulwürfen und Kälbern) in jenen Teilen des Dünndarms, wo sich keine Ingesta befinden, gar keine Bakterien, meistens auch nicht mikroskopisch aufweisbar; er ist denn auch

1) Pasteur, Ibid.

2) Kohlbrugge, Der Darm und seine Bakterien. Centralbl. f. Bakt., I. Abt., 1901, Bd., XXX, S. 10—26 u. 70—80.

3) Kohlbrugge, Die Autosterilisation des Dünndarms und die Bedeutung des Coecums. Centralbl. f. Bakt., I. Abt., 1901, Bd. XXIX, S. 571.

Derselbe, Onderzoekingen betreffende het spysverteringskanaal, Feestbundel Dr. Sape Talma, S. 125.

der Ansicht, dafs nach dem Durchzug der Ingesta der Inhalt des Dünndarms bei jenen Tieren vollständig steril wird und nennt diese Erscheinung die Autosterilisation des Dünndarms. Im Coecum haben ausnahmslos alle Untersucher immer eine sehr starke Zunahme der Bakterienzahl konstatiert; im Rest des Dickdarms und im Rektum findet sich gleichfalls eine sehr grofse Zahl niederer Organismen.

Auf Grund dieser Wahrnehmungen gelangte man zu der Annahme der Existenz antibakterieller Wirkungen im Dünndarm; man bestrebte sich, diese bakterciden Einflüsse noch näher durch direkte Versuche aufzuweisen. Cholerabacillen, in das Duodenum von Meerschweinchen und Hunden gebracht, starben und riefen Infektion nicht hervor; nur dann war eine Vermehrung dieser Vibrionen konstatierbar, wenn bei der Injektion der Darm lädiert wurde oder wenn die Widerstandsfähigkeit des Tieres durch grofse Gaben Opiums gelitten hatte. (Nicati und Rietsch, Koch, Flügge.)

Buchner vermochte mit den Fäces von Mäusen, die mit Milzbrand gefüttert wurden, bei empfindlichen Tieren nicht Anthraxseptichämie hervorzurufen, was ihm hingegen wohl gelang mit dem Inhalt des Ileums der nämlichen Mäuse.

Schütz[1]) erzielte ein ähnliches Resultat bezüglich der Vibrionen Metchnikoff im Darmkanal von Hunden; sei es, dafs diese Organismen per Os eingeführt wurden, sei es, dafs diese unmittelbar in das Duodenum gebracht wurden, sie konnten unter gewöhnlichen Umständen in den Fäces der Hunde nicht mehr wiedergefunden werden.

Im Gegensatz zum Dünndarm fand man im Coecum stets eine starke Zunahme der Bakterienzahl und schlofs aus diesem Grunde auf eine Vermehrung der niederen Organismen in jenem Teile des Darmkanals; eine Vermehrung aber von jenen niederen Organismen, welche in den Darmkanal gehören, von »obligaten Darmbakterien«. Es sind in Hauptsache Bacterium coli und coliforme Organismen, welche hier in einer Art Symbiose zusammen-

1) R. Schütz, Bakteriologisch-experimenteller Beitrag zur Frage gastrointestinaler Desinfektion. Berliner klin. Wochenschr., 1900, S. 553.

leben mit der Schleimhaut des Coecums; es ist die »Eigenflora« des Darmkanals, die nicht vom Nahrungsmaterial herrührt, sondern selbständig im Darmkanal sich fortentwickelt. Die sogenannten »wilden Keime«, mit der Nahrung in den Darmkanal gebracht, werden durch baktericide Einflüsse gröfstenteils vernichtet.

Aus dieser Auffassung erfolgt schon von selbst, dafs man den Darmbakterien eine gewisse Rolle zuerkannte bei der Digestion, und dafs man also die von Pasteur zur Zeit gestellte Frage in bejahendem Sinne beantwortet haben möchte; durch sehr schwierige und interessante Versuche hat man überdies sich bebestrebt, experimentell zu beweisen, dafs tierisches Leben ohne Bakterien unmöglich sei. Die sehr bekannten Versuche von Nuttall und Thierfelder[1]) mit steril aufgezogenen Meerschweinchen führten zu dem Schlusse, dafs die Bakterien im Darmkanal dieser Tiere sehr gut entbehrlich sind, die späteren Versuche von Schottelius[2]) hingegen, der aus Hühnereiern in einem künstlichen Brutapparat erhaltene Hühnchen unter allen möglichen sterilen Vorsorgen aufzog und von Frau O. Metchnikoff[3]), die mit Froschlarven experimentierte, führten zu einem ganz entgegengesetzten Resultat.

Man sieht also, wie die verschiedenen Probleme, welche sich auf dem Gebiete der physiologischen Bakteriologie des Darmkanals darbieten, sich allmählich im Anschlufs an die bakteriologischen Untersuchungen des Darmkanals von Menschen und Tieren entwickeln. Die eigentümliche Verbreitung der niederen Organismen im Darmkanal führt zu der Annahme der Existenz baktericider Wirkungen, welche die zahlreichen »wilden« Keime der eingeführten Nahrungsstoffe zum Teile vernichten; sie führt zu der Überzeugung, dafs an bestimmten Stellen des Darmkanals eine eigene Flora von »obligaten« Darmbakterien anwesend ist,

---

1) Nuttall und Thierfelder, Tierisches Leben ohne Bakterien im Verdauungskanal. Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 21, S. 109 u. Bd. 22, S. 62.

2) Max Schottelius, Die Bedeutung der Darmbakterien für die Ernährung. Archiv f. Hygiene, 1899, Bd. 34, S. 210 u. 1902, Bd. 42, S. 48.

3) Mme Metchnikoff, Note sur l'influence des microbes dans le développement des têtards. Annales de l'Institut Pasteur, 1901, T. XV, S. 631.

welche eine gewisse nützliche Funktion bei der Digestion von Menschen und Tieren zu erfüllen haben; und es ist schliefslich diese Überzeugung, welche die ausführlichen Versuche veranlafst bezüglich der Bedeutung der Bakterien im allgemeinen für das tierische Leben.

II. Der Sterilitätsindex und die Bestimmung desselben.

Der Ausgangspunkt dieser zahlreichen Untersuchungen, die Bestimmungen der Bakterienzahlen in den verschiedenen Teilen des Darmkanals, hat auf eine unrichtige Weise stattgefunden, da all diese Bestimmungen nur Beziehung haben auf die im Darmkanal anwesenden lebenden Bakterien. Aber ebensowenig als der Gesundheitszustand einer Bevölkerung nur nach der Anzahl auf einem bestimmten Zeitpunkt vorhandener lebender Individuen oder das Mörderische einer Schlacht nur nach der Anzahl übriggebliebener Soldaten, ohne Beachtung der Gefallenen, beurteilt werden kann, ebenso wenig kann man einen richtigen Blick in den Gesundheitszustand der Bakterienbevölkerung des Darmkanals und in die dort zwischen diesen niederen Wesen und den lebenden tierischen Organismus gelieferten Schlachten (anti-bakterielle Wirkungen) erhalten, indem man nur auf die lebenden Individuen achtet und die toten aufser Betracht läfst.

Das Verhältnis zwischen der Zahl toter und lebender Individuen in einer bestimmten Bakterienbevölkerung nenne ich den Sterilitätsindex. Beträgt dieser Index 10, so will das sagen, dafs 10mal mehr tote als lebende Bakterien vorhanden sind; dieses Verhältnis gibt also den Grad der Sterilität an, welche eine bestimmte Bakterienbevölkerung erreicht hat.

Der einfachste Fall, den man sich denken kann, ist die Bestimmung des Sterilitätsindex einer homogenen Bakterienbevölkerung, d. h. einer Bevölkerung, welche nur aus einer einzigen Bakterienart zusammengesetzt ist (Reinkultur). Lassen diese Bakterien sich auf einem der gewöhnlichen Nährböden leicht züchten, so erhält man mittels der Kulturmethode die Anzahl lebender Individuen, während man durch die mikroskopische

Zählungsmethode zu der Totalzahl der anwesenden Bakterien, lebender und toter zusammen, gelangt.

Seit der ersten Veröffentlichung meiner mikroskopischen Zählungsmethode [1]) habe ich einige Veränderungen in der Technik angebracht, welche für die praktische Anwendung der Methode nicht ohne Bedeutung sind.

Schon bei einer anderen Gelegenheit [2]) machte ich auf die Thatsache aufmerksam, dafs die auf feuchtem Wege gefärbten Präparate durch Entfärbungsmittel wieder sehr leicht den Farbstoff verlieren. Auch bei den Zählungsapparaten begegnet man dieser Schwierigkeit, und es kann selbst eine geringe saure Reaktion der Präparate oder des Kanadabalsams schon eine ziemlich schnelle Entfärbung hervorrufen; durch Verwendung einer einigermafsen konzentrierten, neutral-reagierenden Xylol-Kanadabalsamlösung kann man diese Entfärbung während der Zeit der Zählung in genügendem Mafse verhindern. Es wurde mir bald klar, dafs diese Entfärbung dem Umstande zuzuschreiben ist, dafs die ganze, durch den nicht entfernten Farbstoff zusammenhängende Präparatschicht vom Deckgläschen sich löst; der Xylol-Kanadabalsam, an der Peripherie des Gläschens anfangend, dringt zwischen dem Deckgläschen und der Präparatschicht ein und macht letztere auf diese Weise ganz frei; die Bakterien, welche auf diese Weise los geworden sind, fangen sogleich an, sich zu

---

1) Alex. Klein, Eine neue mikroskopische Zählungsmethode der Bakterien. Centralbl. f. Bakt., I. Abt., 1900, Bd. 27, S. 834.

In der eben erschienenen ersten Lieferung des »Handbuch der pathogenen Mikroorganismen« von Kolle und Wassermann schreibt Gottschlich (S. 115), dafs Zählungsmethoden im gefärbten Präparat angegeben seien von Winterberg, A. Klein und Hehewerth; dieses ist nicht ganz richtig. Winterberg nämlich (Zeitschr. f. Hyg. u. Inf., 1898, Bd. 29, S. 75) zählte die Bakterien in ungefärbtem Zustand in der Kammer von Thoma-Zeifs. Eine mikroskopische Zählungsmethode im gefärbten Präparat, basiert auf das Prinzip der feuchten Färbung, ist ausschliefslich von mir zuerst ausgearbeitet worden; diese Zählungsmethode habe ich von Hehewerth mit der Kochschen Plattenmethode vergleichen lassen.

2) Alex. Klein, Eine einfache Methode zur Sporenfärbung. Centralbl. f. Bakt., I. Abt., 1899, Bd. 25, S. 376.

entfärben. Daher kommt es denn auch, dafs ein dickflüssiger Kanadabalsam weniger ungünstig wirkt als eine dünnflüssige Lösung; auch Säuren fördern diesen Losweichungsprozefs, so dafs hierdurch der schädliche Einflufs jener Säuren auf die Entfärbung der Zählungspräparate hinreichend erklärt wird. Man kann diese Entfärbung ganz und gar verhüten, wenn man mittels eines Klebestoffs die Präparatschicht sich fester an das Deckgläschen heften läfst; ich benutze dazu gewöhnlich eine geklärte, 4—5 proz. Lösung von Gelatine in Wasser. Diese Lösung schmelze ich vor der Anwendung auf und eine sehr kleine Platinöse der flüssigen Gelatine wird auf das Deckgläschen gebracht; die gefärbte Bakterienemulsion wird auf dem Deckgläschen mit der Gelatinelösung gemischt und über das Gläschen verteilt. Nach der Trocknung wird das Präparat nicht flambiert, sondern sofort in Xylol-Kanadabalsam eingeschlossen, so dafs die Bereitung der Zählungspräparate auf sehr einfachem Wege zu stande kommt[1]); die Konsistenz oder Reaktion des Balsams haben keinen Einflufs mehr: die Präparate bleiben stets gut gefärbt, eine Entfärbung findet nicht mehr statt.

Eine zweite Änderung in der Methode bezieht sich auf die Wahl der Gesichtsfelder im Präparat, welche zu zählen sind. Zu diesem Zwecke bezeichnet man auf einem Schema von Millimeter-Papier, gleichmässig über das ganze Präparat verbreitet, schon zuvor die Stellen des Präparats, welche zur Zählung gewählt werden; als fester Punkt dient das mit dem Auge annähernd bestimmte Centrum des Deckgläschens. Die Gesichtsfelder (dieselben sind von 1—50 numeriert) werden in solcher Reihenfolge gewählt, dafs sie mittels eines beweglichen Objekttisches leicht hintereinander zu erreichen sind, während die gegenseitigen Entfernungen der Gesichtsfelder derartig genommen sind, dafs z. B. 1 cm auf dem Schema korrespondiert mit 1 mm Versetzung des Tisches. Das Schema wird auf Pappdeckel geklebt und für jede Zählung mit Kalkierpapier über-

1) Auch für die Herstellung gewöhnlicher Dauerpräparate durch Färbung in feuchtem Zustande ist diese Methode sehr einfach und schnell in ihrer Ausführung.

spannt, worauf bei jedem Gesichtsfeld die Anzahl gezählter Organismen verzeichnet wird; auf diese Weise kann dieselbe Schematafel stets von neuem (bei der nämlichen Gröfse des Deckgläschens) benutzt werden.

Das Präparat wird eingestellt auf das Centrum des Deckgläschens; der Stand der beiden Noniusse des beweglichen Objekttisches wird auf dem Kalkierpapier notiert, so dafs dieser Punkt sich immer wieder zurückfinden läfst: rings um diesen Punkt sind die verschiedenen Gesichtsfelder gruppiert.

Diese Zählungsweise hat folgende Vorzüge:

1. Man bleibt ganz objektiv in der Wahl der Gesichtsfelder.
2. Man erhält auf dem Kalkierpapier eine klare Übersicht der Verbreitung der Bakterien im Präparat und kann eventuell bei einer offenbar zu ungleichmäfsigen Verteilung aus der ursprünglichen Flüssigkeit ein neues Zählungspräparat machen.
3. Man zählt in den verschiedenen Präparaten stets die entsprechenden Felder und
4. Man kann mit der Zählung nach Belieben aufhören und später damit fortfahren, weil die Stelle, wo man geblieben ist, sich leicht zurückfinden läfst.

Gewöhnlich mache ich die Zählungspräparate auf runde Deckgläschen von 15 mm Durchmesser; ein solches Deckgläschen enthält bei Benutzung eines Mikroskop Leitz, Tubuslänge 160, Okular 4 und $^1/_{12}$ Ölimmersion, 8789 Gesichtsfelder.

Gibt es sehr viele Organismen im Präparat, so dafs die Zählung ganzer Gesichtsfelder wegen der grofsen Zahl ungenau würde, so kann man sich mit gutem Erfolge eines Netzokulars bedienen, dessen Quadrate sich im centralen Teil des Gesichtsfeldes befinden; da nun nicht auf die peripherischen Teile des Gesichtsfeldes besonders eingestellt zu werden braucht, verläuft die Zählung nahezu ebenso schnell als bei der Anwesenheit einer kleineren Organismenzahl im Präparat. Gewöhnlich nehme

ich die Verhältnisse in solcher Weise, dafs in einem Deckgläschen von 15 mm Durchmesser 31428 solcher grofsen Quadrate enthalten sind.

Sei es von den ganzen Gesichtsfeldern, sei es von den grofsen Quadraten, in jedem Präparat werden stets 50 von diesen Oberflächen gezählt und daraus wird die Gesamtzahl der Bakterien im ganzen Präparat berechnet.

Die Zahl, welche andeutet, wievielmal mehr Organismen die mikroskopische Zählungsmethode als die Kulturmethode ergibt, wird mit dem Namen Proportionalzahl bezeichnet. Aus dieser Zahl lernt man den Sterilitätsindex der homogenen Bakterienbevölkerung kennen, wenn man 1 subtrahiert, weil in der Proportionalzahl schon einmal die lebenden Individuen aufgenommen worden sind.

Man bedenke aber immer, dafs auch in solchen Fällen, wo abgestorbene Organismen noch durchaus nicht anwesend sind — z. B. in reinen Bouillonkulturen von B. coli commune, welche noch nicht älter als 24 Stunden sind — die Proportionalzahl doch einen gröfseren Wert als 1 hat, weil die mikroskopische Zählungsmethode stets eine gröfsere und genauere Zahl als die Plattenmethode ergibt. Die Ursache dieser Erscheinung ist darin gelegen, dafs mehrere Bakterien, welche zu einem Verbande vereinigt sind, oder welche sich in unmittelbarer Nähe von einander befinden, nur eine Kolonie liefern, während sie doch mikroskopisch einzeln gezählt werden; auch bei jenen Bakterienarten, welche sich nicht durch eine besonders starke Neigung zur Verbandbildung kennzeichnen, spielen diese Faktoren noch eine deutlich erkennbare Rolle. Tabelle I enthält Bestimmungen, welche sich beziehen auf junge Bouillonkulturen von B. coli und B. typhosus, worin abgestorbene Individuen noch nicht vorhanden sein können; die mikroskopischen Zahlen sind auf dreierlei Weise angegeben und zwar: 1. in einer Gesamtzahl und 2. in reduzierten Zahlen, welche reduzierten Zahlen bestimmt wurden: a) indem die zu Verbänden vereinigten Organismen nur als ein einziges Individuum in Rechnung gebracht

wurden, und b) indem auch gleichzeitig die Bakterien, welche innerhalb 15 μ ins Gevierte von einander entfernt waren, als nur ein einzelner Organismus notiert wurden.

Tabelle I.

Verhältnis zwischen Gesamtzahlen, reduzierten und kultivierten Zahlen.

Bouillonkulturen von	Mikroskopische Zahlen in 0,9 mg der Kultur		Prozentdifferenz zwischen Gesamt- und reduz. Zahl	Kultivierte Zahlen (alk. Gelatine) in 0,9 mg der Kultur	Proportionalzahl und reduzierte Proportionalzahl
			%		
B. coli commune,	Gesamtzahl	22 600	—	16 200	1,4
$4^1/_2$ Stunden	Reduzierte Zahlen a	16 300	— 28	—	1
bei 37° C.	Reduzierte Zahlen b	16 300	— 28	—	1
B. typhosus,	Gesamtzahl	10 900	—	8 900	1,2
5 Stunden	Reduzierte Zahlen a	9 800	— 10	—	1,1
bei 37° C.	Reduzierte Zahlen b	9 500	— 13	—	1,07
B. coli commune,	Gesamtzahl	94 300	—	71 700	1,3
$5^1/_2$ Stunden	Reduzierte Zahlen a	76 700	— 19	—	1,07
bei 37° C.	Reduzierte Zahlen b	69 200	— 27	—	0,96

In der $4^1/_2$ Stunden alten Bouillonkultur von B. coli zeigen die reduzierten Zahlen eine Abnahme von 28 % der Gesamtzahl gegenüber; die so reduzierten Zahlen stimmen aber vollkommen zu der Organismenzahl, welche durch die Kulturmethode gefunden wird: die Proportionalzahl, welche anfangs 1,4 betrug, wird 1 der reduzierten Zahl gegenüber. Es stellt sich also heraus, dafs in der That diese Verbandbildung die Ursache der Differenz ist, welche man hier zwischen der mikroskopischen Zählungsmethode und der Kulturmethode findet; umgekehrt erhellt aus diesem Resultate, dafs die untersuchte Bouillonkultur ausschliefslich aus lebenden Individuen bestand.

In der Bouillonkultur von B. typhosus, welche 5 Stunden alt ist, sieht man in den verschiedenen Zählungen eine Abnahme um 10 % und 13 % zu stande kommen und am Ende eine Proportionalzahl auftreten, welche zwar nicht ganz mit 1 übereinstimmt, aber doch nur wenig davon abweicht.

Wenn in der Kultur gröfsere Bakterienzahlen vorhanden sind, zeigt sich auch der Einflufs der gegenseitigen Entfernung der Organismen auf die Kolonienbildung deutlicher. In der $5^1/_2$ Stunden alten Bouillonkultur von B. coli ist durch diese gegenseitige Gruppierung der Gesamtzahl gegenüber die Abnahme, welche durch die Verbandbildung schon 19 % betrug, bis 27 % gestiegen; zugleich ersieht man aus den reduzierten Proportionalzahlen (1,07 und 0,96), dafs die Verbandbildung allein hier nicht hinreicht, um den Unterschied zwischen beiden Methoden zu erklären, dafs aber die Entfernung von 15 μ ins Gevierte, worin die anwesenden Bakterien sich nur zu einer Kolonie entwickeln würden, gewifs zu grofs genommen ist.

Auch bei jenen Bakterienarten also, welche keine starke Neigung zur Verbandbildung zeigen, ist die Proportionalzahl von Kulturen von ausschliefslich lebenden Individuen stets gröfser als 1; zufolge zahlreicher Vergleichungen mit dergleichen Kulturen weist meine Zählungsmethode im Durchschnitt etwa 40 % mehr Organismen auf als die Kochsche Plattenmethode: die Proportionalzahl kann demnach in solchen Kulturen bis ungefähr 1,5 (als Maximum) steigen, ohne dafs noch abgestorbene Individuen in der Bakterienbevölkerung vorhanden wären. Man hätte denn auch eigentlich die Proportionalzahl um 1,5 zu vermindern, um den Sterilitätsindex zu finden; wo aber schon ein hoher Sterilitätsindex besteht, da genügt es 1 abzuzählen, und kann man die Fraktion von 1 aufser Betracht lassen, umsomehr, weil letztere für jeden besonderen Fall wieder einigermafsen anders ausfallen wird.

Bei jenen Organismen, welche stets gröfsere Verbände bilden, findet man auch immer viel bedeutendere Differenzen zwischen Zählungs- und Kulturmethode.

(Siehe Tabelle II auf S. 128.)

Für die Staphylokokkenkulturen betragen die Proportionalzahlen 2,3 und 1,95, für die Streptokokkenkulturen 8,3 und 4,3; die reduzierten Zahlen weisen auch viel bedeutendere Abnahmen den Gesamtzahlen gegenüber auf, als dies mit den Kulturen von B. coli und B. typhosus der Fall ist.

Tabelle II.

Verhältnis zwischen Gesamtzahlen, reduzierten und kultivierten Zahlen.

Bouillonkulturen von	Mikroskopische Zahlen in 0,9 mg der Kultur		Prozentdifferenz zwischen Gesamtzahl u. reduzierten Zahlen	Kultivierte Zahlen (alk. Gelatine) in 0,9 mg der Kultur	Proportionalzahl u. reduzierte Proportionalzahlen
Staphylococcus citreus 14½ Stunden bei 37° C.	Gesamtzahl	385 200	—	168 700	2,3
	Reduzierte Zahlen a	160 900	— 58 %	—	0,95
	Reduzierte Zahlen b	135 700	— 65 %	—	0,80
Staphylococcus citreus 23 Stunden bei 37° C.	Gesamtzahl	438 700	—	224 500	1,95
	Reduzierte Zahlen a	251 400	— 43 %	—	1,1
	Reduzierte Zahlen b	187 300	— 57 %	—	0,83
Streptococcus pyogenes 14½ Stunden bei 37° C.	Gesamtzahl	137 000	—	16 600	8,3
	Reduzierte Zahlen a	37 700	— 72 %	—	2,3
	Reduzierte Zahlen b	37 700	— 72 %	—	2,3
Streptococcus pyogenes 23 Stunden bei 37° C.	Gesamtzahl	500 300	—	115 800	4,3
	Reduzierte Zahlen a	186 000	— 63 %	—	1,6
	Reduzierte Zahlen b	148 300	— 70 %	—	1,3

Bei den Staphylokokkenkulturen sieht man auch wieder, dafs die Distanz von 15 μ ins Gevierte zu grofs genommen ist, da alsdann die reduzierte Proportionalzahl schon unter 1 herabgesunken ist.

In den Streptokokkenkulturen trifft man die Eigentümlichkeit an, dafs, wenn die Verbände und die Organismen, innerhalb 15 μ ins Gevierte von einander entfernt, als einzelne Individuen gezählt werden, doch die reduzierten Zahlen noch viel gröfser sind als die Zahl der erhaltenen Kolonien, so dafs die reduzierten Proportionalzahlen schliefslich noch 2,3 und 1,3 betragen. In Analogie mit gleich jungen Kulturen anderer Organismen ist kein triftiger Grund da, anzunehmen, dafs in diesen jungen Streptokokkenkulturen schon abgestorbene Organismen vorhanden wären; die untersuchten Streptokokkenkulturen waren aber unmittelbar vorher aus dem tierischen Körper kultiviert (zweite Kultur), so dafs die Möglichkeit näher liegt, dafs, obgleich in der Bouillonkultur sämtliche Organismen in lebendem Zustande verkehrten,

dennoch eine grofse Zahl der Streptokokken wegen der plötzlichen Veränderung des Nährbodens sich auf den Gelatineplatten nicht zu Kolonien entwickelten oder vielleicht nach Überbringung in dieses Nahrungsmaterial abstarben. Vielleicht ist es auch diesem Umstande zuzuschreiben, dafs die Proportionalzahlen von den beiden Bestimmungen bei den Streptokokkenkulturen gegenseitig viel weiter auseinandergehen als bei den Staphylokokken- und Colikulturen.

Handelt es sich also um Organismen — Staphylokokken, Streptokokken —, welche eine besondere Neigung zur Verbandbildung zeigen, so mufs man infolgedessen anfangen die Proportionalzahl zu bestimmen einer derartig jungen Kultur jener Organismen, dafs vorausgesetzt werden darf, dafs ausschliefslich lebende Individuen vorhanden sind, um auf diese Weise den Einflufs der Verbandbildung und der gegenseitigen Distanz auf die Proportionalzahl kennen zu lernen; diese Proportionalzahl wird sodann bei einer späteren Bestimmung des Sterilitätsindex dieser nämlichen Organismen in Rechnung gebracht.

Gröfsere Schwierigkeiten gibt die Bestimmung des Sterilitätsindex einer heterogenen Bakterienbevölkerung, einer Bevölkerung also, welche aus verschiedenen Arten zusammengesetzt ist; es sind aber eben diese heterogenen Bakterienbevölkerungen, welche in der Natur am meisten vorkommen.

Auch hier hat man in erster Linie den Einflufs der Gruppierung der Bakterien in der Bevölkerung auf die zu findende Proportionalzahl festzusetzen. Selbstverständlich mufs die Flüssigkeit, worin schon von Anfang an oder wenigstens schliefslich, nachdem Verdünnungen gemacht wurden, die Bakterienbevölkerung anwesend ist, durch mechanische Mittel derartig vorbehandelt werden, dafs die Organismen möglichst gleichmäfsig in dieser Flüssigkeit verbreitet sind; die Verteilung der Bakterien in den Zählungspräparaten drückt aus, in welchem Grade diese Operation gelungen ist.

In einem solchen Zählungspräparat wird nun die Bakterienzahl (in 50 Feldern) gezählt:

a) jeder Organismus für sich (Gesamtzahl) und
b) in solcher Weise, dafs jedes Häufchen, jeder Bakterienverband, nebst der Gesamtheit der niederen Organismen,

welche sehr dicht aneinanderliegen (innerhalb eines Raumes von 15 μ ins Gevierte) als ein besonderes Individuum notiert werden (reduzierte Zahl).

Aus dem Verhältnis dieser beiden Zahlen lernt man den Einfluſs der Gruppierung der Bakterien auf die Proportionalzahl kennen; die reduzierten Zahlen werden auf diese Weise ganz gewiſs nicht zu groſs bestimmt; hat man ja gesehen, daſs in einer homogenen Bakterienbevölkerung ein Raum von 15 μ ins Gevierte als zu groſs betrachtet werden muſs, daſs man die darin anwesenden gesonderten Organismen zu einer einzigen Kolonie sich entwickeln sehen könnte.

Alsdann fragt es sich, welche Nährböden und welche sonstigen Lebensverhältnisse zu wählen sind, um die Zahl der kultivierbaren Organismen in der Bevölkerung zu bestimmen. Die verschiedenen Bakterienarten haben hinsichtlich der Kulturmedia und der äuſseren Lebensumstände ganz verschiedene Anforderungen, und es ist unbekannt, wie in dieser Hinsicht die verschiedenen Bakterienarten der Bevölkerung, deren Sterilitätsindex man zu bestimmen wünscht, sich verhalten. Man fängt darum an, die gebräuchlichsten Nährböden und allgemein bekannten Kulturverhältnisse in Anwendung zu bringen, und untersucht, unter welchen Umständen man die gröſste Kolonienzahl erhält; die also gefundenen günstigsten Verhältnisse werden alsdann weiter bei der Bestimmung des Sterilitätsindex in Anwendung gebracht.

Die auf diese Weise erhaltene Proportionalzahl genügt aber noch nicht für die Berechnung des Sterilitätsindex, weil ja die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, daſs ein kleinerer oder gröſserer Teil der Organismen in der Bevölkerung, obgleich lebend, durchaus nicht oder wenigstens unter den gegebenen Umständen nicht kultivierbar ist. Sind dergleichen Bakterien vorhanden, so können die mikroskopisch gezählten Organismen drei Gruppen umfassen:

1. Lebende Bakterien, welche unter den angewandten Verhältnissen kultivierbar sind.
2. Lebende Bakterien, welche gar nicht oder unter den angewandten Verhältnissen nicht kultivierbar sind.
3. Tote Organismen.

Durch die Proportionalzahl erhalten wir nun die Beziehung zwischen **1** und der Totalzahl (**1** + **2** + **3**); für die Bestimmung des Sterilitätsindex mufs man das Verhältnis von **1** + **2** zu **3** kennen; ist also die Fraktion **2** bekannt, so kann der Sterilitätsindex berechnet werden.

Auf welche Weise wird man aber den lebenden Zustand der nicht kultivierbaren Bakterien beweisen und deren Anzahl bestimmen können? Das Leben ist charakterisiert durch den Stoffwechsel und dieser Stoffwechsel besitzt in der Vermehrung eine seiner wichtigsten Äufserungen: läfst sich in der Bakterienbevölkerung bestimmen, welche Organismen unter günstigen Umständen noch im stande sind, sich zu vermehren, dann läfst sich auch mit Bestimmtheit sagen, dafs diese Organismen noch leben.

Zu diesem Zwecke wird den lebenden Individuen der Bakterienbevölkerung die Gelegenheit gegeben, sich zu vermehren; die Umstände werden für diesen Lebensprozefs möglichst günstig gewählt. Nach einiger Zeit wird nun von neuem die Organismenzahl nach der mikroskopischen und nach der Plattenmethode bestimmt (unter ganz denselben Verhältnissen als bei der ersten Bestimmung). Man sucht also eigentlich eine zweite Proportionalzahl, jetzt aber, nachdem die Bakterienbevölkerung während einiger Zeit in solchen Verhältnissen sich befand, dafs die Zahl der lebenden Individuen dieser Bevölkerung zunehmen konnte.

Sind die beiden Proportionalzahlen festgesetzt, so kann der Sterilitätsindex berechnet werden.

Ergibt sich aus der zweiten Bestimmung, dafs die Zunahme der Gesamtzahl mikroskopisch gezählter Organismen vollkommen der Zunahme der Anzahl kultivierbarer Individuen während der Zeit der Vermehrung entspricht, so läfst sich daraus schliefsen, dafs das ursprüngliche Übermafs mikroskopisch zählbarer Organismen ganz abgestorben gewesen ist, da dieses Übermafs zur Vermehrung nicht mehr im stande war. Die Fraktion **2** ist dann Null, d. h. man hat mit den angewandten Kulturmethoden alle anwesenden lebenden Bakterien gefunden. Der Sterilitätsindex wird dann bestimmt, indem man von der ersten Proportionalzahl **1** abzählt (oder einen solchen Wert, als sich aus

dem Verhältnis der Gesamtzahl zu der reduzierten Zahl ergibt). Ergibt sich jedoch durch die zweite Bestimmung, dafs die Gesamtzahl der Organismen in gröfserem Mafse zugenommen hat, als der Zunahme der Anzahl kultivierbarer Individuen während der Wahrnehmungszeit entspricht, so beweist dieses, dafs ein Teil der mikroskopisch gezählten Organismen zwar lebend ist, sich aber auf unseren gebräuchlichen Nährböden nicht entwickelt; die Fraktion 2 hat also dann einen positiven Wert. Der Sterilitätsindex läfst sich alsdann nur annähernd bestimmen; man nimmt in diesem Falle an — und das wird ohne Zweifel keinen grofsen Fehler zur Folge haben —, dafs die lebenden, nicht kultivierbaren Individuen während der Wahrnehmungsperiode sich in demselben Mafse vermehrt haben als die kultivierbaren Organismen. Der Grad der Vermehrung der kultivierbaren Bakterien läfst sich unmittelbar aus der Zunahme jener Organismen berechnen; den nämlichen Vermehrungsgrad für die nicht kultivierbaren Bakterien acceptierend, kann man die ursprüngliche Zahl vorhandener lebender, aber nicht kultivierbarer Organismen annähernd bestimmen: die Fraktion 2 ist dann bekannt, und alle Daten für die Berechnung des Sterilitätsindex sind vorhanden.

Um die Vermehrung der lebenden Organismen der Bakterienbevölkerung zur Bestimmung des Sterilitätsindex auf biologischem Wege zu bewirken, verwendet man vorzugsweise dasselbe Nahrungsmedium, in welchem die ursprüngliche Bakterienbevölkerung gefunden wurde, weil ja die niederen Organismen in diesem Medium anfänglich sich auch haben vermehren können; nur ist in Flüssigkeiten oder sonstigen Materialien, z. B. aus dem menschlichen oder tierischen Körper herrührend, eine eventuell vorhandene antibakterielle Wirkung mittels Verdünnung in genügendem Mafse zu vermindern oder aufzuheben. Auch die Temperatur der Umgebung hat man selbstverständlich so zu wählen, dafs dieselbe soviel wie möglich in Übereinstimmung ist mit dem Temperaturverhältnisse, in welchem die ursprüngliche Bakterienbevölkerung sich befand.

Die Unterdrückung einer oder mehrerer Arten durch gegenseitige Konkurrenz ist bei in der Natur schon zusammenlebenden Bakterienarten nicht zu befürchten.

Den Zeitpunkt der zweiten Bestimmung mufs man für jeden speziellen Fall experimentell festsetzen.

Die zwischen beiden Bestimmungen verlaufende Zeit soll nicht zu kurz sein, weil sonst die Zunahme der Zahl lebender Organismen zu gering wäre, um eine deutliche Vermehrung der Anzahl mikroskopisch gezählter Bakterien zu ergeben; und die Schnelligkeit der Vermehrung hängt wieder zusammen mit der Beschaffenheit des Nahrungsmaterials, der Anwesenheit oder ungenügender Aufhebung antibakterieller Wirkungen, etc.

Die Zeit zwischen beiden Bestimmungen darf ebensowenig zu lange dauern, weil:

1. die Zahl der toten Individuen durch Auseinanderfallen und Verschwinden schliefslich zu stark abnimmt; und
2. die normale Proportionalzahl endlich erreicht wird, wonach nicht mehr kontrolliert werden kann, ob von den neugeborenen Organismen vielleicht auch nicht schon ein Teil wieder abgestorben ist.

Sowohl der Augenblick, wo die toten Individuen in grofser Zahl zu verschwinden anfangen, als der Zeitpunkt, wo die normale Proportionalzahl erreicht wird, stehen wieder in näherer Beziehung zu der Beschaffenheit des Materials, worin die Bakterienbevölkerung angetroffen wird, und dem Grade der Verdünnung desselben.

III. Der Sterilitätsindex menschlicher Fäces.

Zur Bestimmung der Sterilitätsindices wurden Fäces von verschiedenen gesunden, erwachsenen Individuen mit gemischter Kost gewählt, wobei weiter auf die besondere Art der Nahrung nicht geachtet wurde; die Fäces wurden in möglichst frischem Zustande untersucht, meistens zwei bis drei Stunden, nachdem sie ausgeschieden.

Bei der Untersuchung quantitativer bakteriologischer Verhältnisse in Fäces von Erwachsenen und Kindern, dem Darminhalt von Menschen und Tieren, ist der unregelmäfsigen und ungleichmäfsigen Verteilung der niederen Organismen in diesen Substanzen Rechnung zu tragen. Es fanden bei dieser Untersuchung zwei Hilfsmittel Anwendung, um diesen Fehler zu neutralisieren und zwar:

1. Jedesmal wurde ein verhältnismäſsig groſses Quantum Fäces untersucht; ist ja bei beträchtlicheren Quantitäten auch die Möglichkeit gröſser, daſs die verschiedenen Ungleichmäſsigkeiten nach Verhältnis vertreten sind als in kleineren Quantitäten. Bei dieser Untersuchung wurden 10 g (also im Durchschnitt $^1/_{15}$ der in 24 Stunden von einem erwachsenen Menschen ausgeschiedenen Fäces) als Minimum genommen.

2. Von den Fäces, welche zur Untersuchung dienten, wurde eine auſserordentlich feine und gleichmäſsige Emulsion in sterilisiertem Wasser gemacht. Diese Emulsion wurde folgenderweise bereitet: Das abgewägte Quantum Fäces wurde in einem sterilisierten Mörser in (meistens 100 ccm) sterilisiertem Wasser mittels einer sterilisierten Keule während längerer Zeit fein gerieben; war auf diesem Wege im Mörser eine genügende Verteilung erreicht, so wurde ein gewisses Quantum (10 ccm) herausgenommen und in einem Kolben, worin sich eine groſse Zahl sterilisierter Porzellankügelchen befand, unter fortwährendem Zusatz von bekannten Quantitäten sterilisierten Wassers geraume Zeit geschüttelt.

Von einer solchen Emulsion wurden nun immer mit der nämlichen Platinöse sowohl die Zählungspräparate als die Kulturen gemacht.

In erster Linie war nun der Einfluſs der Verbandbildung und der Gruppierung der niederen Organismen in dieser heterogenen Bakterienbevölkerung auf die zu findende Proportionalzahl zu untersuchen.

Tabelle III.

Vergleichung zwischen den Gesamtzahlen und den reduzierten Zahlen.

Nr. der Untersuchung	Quantum der untersuchten Fäces in g	Prozentgehalt festen Stoffes der Fäces	Gesamtzahl der Bakterien durch mikrosk. Zählung gefunden u. berechnet auf 1 mg Fäces	Reduzierte Zahl durch mikrosk. Zählung gefunden u. berechnet auf 1 mg Fäces	Prozentunterschied zwischen Gesamtzahl u. reduz. Zahl	Bakterienzahl durch Kultur (alkal. Gelatine bei 22° C) gefunden u. berechnet auf 1 mg Fäces	Proportionalzahl hinsichtl. d. Gesamtzahl	Proportionalzahl hinsichtl. der reduz. Zahl
1	10,890	25,65	52 400 000	33 570 000	— 36 %	1 083 000	47	30
2	11,915	30,41	21 285 000	15 737 000	— 29 %	800	26 605	19 670
3	10,555	22,61	55 468 000	35 147 000	— 36 %	20 000	2 772	1 756
4	11,200	24,21	165 614 000	71 304 000	— 57 %	9 900	16 728	7 201
5	11.200	13,92	43 842 000	28 666 000	— 35 %	58 000	755	493

In Tabelle III sind in fünf Proben Fäces die Gesamtzahlen und die reduzierten Zahlen bestimmt worden; die Abnahme der reduzierten Zahlen den Gesamtzahlen gegenüber beträgt in Nr. 2 als Minimum 29 % und in Nr. 4 als Maximum 57 %. Die durchschnittliche aus diesen fünf Wahrnehmungen berechnete Abnahme beträgt 38,6 %, eine Zahl, die ziemlich wohl dem Wert 40 % entspricht, welche als durchschnittliche Abweichung zwischen der mikroskopischen Zählungs- und der Kulturmethode gefunden wird, wenn es sich um Reinkulturen von ausschliefslich lebenden Bakterien handelt, welche keine besonders starke Neigung zur Verbandbildung zeigen (B. coli commune). Man darf also schliefsen, dafs, ebenso wie in dergleichen Kulturen, auch in dieser heterogenen Bakterienbevölkerung, wenn nur lebende Individuen vorhanden wären, die Porportionalzahl durch den Einflufs der Verbandbildung und der Gruppierung nicht höher als 1,5 (als Maximum) steigen könnte.

In zweiter Linie wurden die Bakterien der menschlichen Fäces in die Lage versetzt, sich zu vermehren unter verschiedenen äufseren Umständen, deren Einflufs auf die Entwicklung mehrerer Bakterienarten allgemein anerkannt ist; hierzu gehören: a) die Beschaffenheit des Nährbodens, b) die Reaktion des Nährbodens, c) die Anwesenheit oder Abwesenheit freien Sauerstoffs, und d) die Temperatur, wobei kultiviert wird.

(Siehe Tabelle IV auf S. 136.)

Aus Tabelle IV ersieht man, dafs die Kolonienzahl, die sich auf alkalischer Gelatine und saurer Malzgelatine bei 22° C., auf $^1/_4$ % glycosehaltiger Gelatine unter anaërobiontischen Verhältnissen und auf Agar-Agar bei 37° C. entwickelt, verschieden ist, und dafs in den verschiedenen Fäcesproben bald unter diesen, bald unter jenen Umständen eine gröfsere Bakterienzahl sich entwickelt. Die Differenzen in den Zahlen der kultivierbaren Organismen in den nämlichen Fäces sind aber unter den gegebenen Verhältnissen ziemlich gering, und versinken in Nichts der grofsen Zahl gegenüber, welche durch die mikroskopische Zählungsmethode konstatiert werden kann; die alkalische Gelatine bei 22° C. ergibt im allgemeinen die gröfste Kolonienzahl, oder

wenigstens eine solche, welche dieser sehr nahe kommt, so dafs die mit derselben gefundenen Werte auch in der Folge zum Mafsstab für die berechneten Proportionalzahlen verwendet worden sind.

Tabelle IV.

Kultur unter verschiedenen Umständen.

Nr. der Untersuchung	Quantum der untersuchten Fäces in Grammen	Prozentgehalt festen Stoffes der Fäces	Bakterienzahl durch mikrosk. Zählung gefunden u. berechnet auf 1 mg Fäces	Bakterienzahl durch Kultur gefunden und berechnet auf 1 mg Fäces: Alkal. Nährgelatine bei 22° C.	Saure Malzgelatine bei 22° C.	1/4% Glycosegelatine anaërobiontisch[1]) bei Zimmertemperatur	Agar-Agar bei 37° C.	Proportionalzahl, alkalischer Gelatine gegenüber
1	10,830	15,70	77 602 000	6 396 000	5 299 000	—	2 735 000	12
2	10,480	15,49	45 299 000	692 300	552 900	754 800	605 800	65
3	11,327	23,88	31 709 000	101 000	89 500	115 900	24 100	314
4	12,270	16,59	86 972 000	7 410	5 450	7 410	9 780	11 737
5	11,495	20,13	60 363 000	432 000	394 000	595 000	307 000	139
6	11,185	24,83	47 662 000	12 700	11 700	13 200	12 700	3 753
7	12,110	24,72	20 162 000	379 300	300 700	35 800	45 600	53
8	10,780	30,60	74 959 000	356	0	2 848	1 068	210 559
9	10,735	18,66	39 961 000	6 400	5 000	3 600	5 400	6 244

Drittens schliefslich mufs man noch wissen, ob dieses grofse Übermafs mikroskopisch zählbarer Bakterien als abgestorben zu betrachten ist, so dafs die Zahl kultivierter Organismen auch zugleich die Zahl lebender Organismen angibt, oder, ob diese mikroskopisch wahrnehmbaren Bakterien ganz und gar, oder vielleicht nur teilweise aus lebenden Individuen bestehen, welche sich jedoch auf unseren gewöhnlichen Nährböden nicht zu Kolonien entwickeln können. Diese letztere Möglichkeit darf für die gröfsere Mehrheit der mikroskopisch zählbaren Bakterien schon im voraus stark bezweifelt werden; warum könnte man jene Bakterien noch nicht auf künstlichem Wege kultivieren, wo sie sich doch mit solchen relativ einfachen Nahrungs- und Lebensbedingungen, wie sie sich in den menschlichen Fäces vorfinden,

1) Alex. Klein, Ein Apparat zur bequemen Herstellung von anaëroben Plattenkulturen. Centralbl. f. Bakt, I. Abt., 1898, Bd. 24, S. 967.

zu begnügen wissen. Anderseits mufs für einzelne mikroskopisch wahrnehmbare Organismen, wenn sie lebend sind — einige feinere Spirillen- und Kommaformen — diese Möglichkeit in der That zugegeben werden; diese Bakterienformen werden aber nur in sehr seltenen Exemplaren in den Präparaten angetroffen, so dafs die Zahl derselben dem grofsen Defizit an kultivierbaren Organismen gegenüber aufser Betracht bleiben darf.

Um die Anwesenheit und eventuell die Gröfse der Fraktion lebender, aber nicht kultivierbarer Organismen zu bestimmen, wurde versucht, die Vermehrung der lebenden Bakterien in den Fäces selber zu stande kommen zu lassen. Zu diesem Zwecke wurde ein gröfseres Fäcesquantum während längerer Zeit bei 37° C. gestellt; weiter wurde für einen genügenden Feuchtigkeitsgrad der Umgebung gesorgt, damit die Fäces nicht eintrockneten, was noch näher durch die jedesmal wiederholten Bestimmungen des festen Stoffgehaltes kontrolliert wurde. Nach verschiedenen Zeiten wurde eine gewisse Quantität jener Fäces (wenigstens 10 g) auf die gewöhnliche Weise untersucht.

Tabelle V.

Fäces Nr. 1, aufbewahrt bei 37° C.

Zeiten bei 37° C.	Quantum der untersuchten Fäces in g	Prozentgehalt an festem Stoff	Bakterienzahl bei mikrosk. Zählung gefunden u. berechnet auf 1 mg Fäces	Prozentabnahme der mikroskopisch gezählten Bakterien	Bakterienzahl kultiviert auf alk. Gelatine u. berechnet auf 1 mg Fäces	Proportionalzahlen
Unmittelb. Untersuchung	11,885	18,09	64 697 000	100	182 400	355
Nach 1 Tag	10,275	16,31	43 719 000	— 33 %	208 400	210
» 3 Tagen	10,215	15,58	26 544 000	— 59 %	36 000	737
» 5 »	10,690	13,51	25 490 000	— 61 %	19 700	1294
» 7 »	10,112	16,11	28 949 000	— 56 %	1 284 000	23

Man sieht (Tabelle V), dafs die durch die mikroskopische Zählung gefundene Bakterienzahl fortwährend abnimmt, so dafs nach sieben Tagen schon 56 % verschwunden sind; aber auch die Zahl der kultivierbaren Bakterien ist in den ersten fünf Tagen kleiner

geworden, während nur am siebenten Tag eine verhältnismäſsig geringe Zunahme wahrgenommen wird.

Die Ergebnisse einer zweiten Fäcesprobe sind in Tabelle VI verzeichnet.

Tabelle VI.

Fäces Nr. 2, aufbewahrt bei 37° C.

Zeiten bei 37° C.	Quantum der untersuchten Fäces in g	Prozentgehalt an festem Stoff	Bakterienzahl bei mikrosk. Zählung gefunden u. berechnet auf 1 mg Fäces	Prozentabnahme der mikroskopisch gezählten Bakterien	Bakterienzahl kultiviert auf alk. Gelatine u. berechnet auf 1 mg Fäces	Proportionalzahlen
Unmittelb. Untersuchung	10,440	15,15	44 579 000	100	57 000	782
Nach 1 Tag	11,138	19,87	27 857 000	— 39 %	61 300	454
» 3 Tagen	11,070	19,18	24 494 000	— 45 %	298 500	82
» 5 »	10,510	19,09	35 297 000	— 20 %	75 600	467
» 8 »	10,830	16,01	12 580 000	— 73 %	50 300	250

Auch hier also wieder eine starke Abnahme (nach acht Tagen mit 73 %) der Gesamtzahl anwesender Bakterien und auch wieder keine Vermehrung der kultivierbaren Organismen (nach acht Tagen sind noch ebenso viel vorhanden als anfangs).

Es stellt sich also heraus, daſs in diesen Fäces Momente vorhanden waren, welche die Vermehrung auch der auf Gelatine kultivierbaren und also gewiſs lebenden Organismen verhinderten; ob die nicht kultivierbaren Bakterien der Vermehrung fähig sind oder nicht, darüber läſst sich aus diesen Experimenten nichts schlieſsen.

Die in diesen Fäces wahrgenommenen antibakteriellen Wirkungen muſsten also zuvor durch Verdünnung in genügendem Maſse aufgehoben werden.

Tabelle VII enthält die Ergebnisse einer dritten, ganz in derselben Weise als die beiden vorigen behandelten Fäcesprobe. Die Untersuchungen wurden längere Zeit fortgesetzt: sogar nach 112 Tagen hat die Zahl der auf alkalischer Gelatine kultivierbaren Organismen nicht zugenommen; dieselbe schwankt von Anfang bis Ende zwischen 322 und 743 auf 1 mg Fäces. In den späteren Stadien wurden auch noch einige Bestimmungen ver-

richtet mit anderen Nährböden unter verschiedenen Lebensverhältnissen; es kamen nun zwar Differenzen an den Tag, aber dieselben sind sehr wechselnd und aufserordentlich klein der Anzahl mikroskopisch wahrnehmbarer Mikroorganismen gegenüber. Die Gesamtzahl der Bakterien hat wieder regelmäfsig abgenommen und beträgt nach 112 Tagen nur noch 5 % der ursprünglichen Zahl.

Tabelle VII.

Fäces Nr. 3, aufbewahrt bei 37° C.

Zeiten bei 37° C.	Quantum der untersuchten Fäces in Grammen	Prozentgehalt an festem Stoff	Bakterienzahl bei mikrosk. Zählung gefunden u. berechnet auf 1 mg Fäces	Prozentabnahme der mikrosk. gezählten Bakterien	Bakterienzahl (auf 1 mg Fäces berechnet) kultiviert auf:				Proportionalzahlen alk. Gelatine gegenüber
					alk. Gelatine bei 22° C.	saurer Malzgelatine bei 22° C.	anaërobiontisch	Agar-Agar bei 37° C.	
Unmittelb. Untersuchung	11,930	18,79	39 466 000	100	322	—	—	—	Sehr grofs (122 566)
nach 1 Tag	10,650	15,89	28 753 000	— 28 %	0	—	—	—	»
» 3 Tagen	10,160	16,19	32 662 000	— 18 %	189	—	—	—	»
» 5 »	10,690	15,72	23 977 000	— 41 %	179	—	—	—	»
» 7 »	10,800	15,00	21 734 000	— 46 %	178	—	—	—	»
» 9 »	10,940	14,86	18 373 000	— 54 %	0	—	—	—	»
» 18 »	10,680	15,34	14 272 000	— 64 %	359	39 520	0	0	»
» 38 »	10,870	15,84	17 002 000	— 56 %	353	5 650	0	—	»
» 112 »	10,320	16,11	1 830 000	— 95 %	743	0	0	87 000	»

Es zeigt sich nun, dafs in diesen nämlichen Fäces, jedoch in verdünntem Zustande, eine hinreichende Vermehrung zu stande kommen kann (Tabelle VIII); die bei der unmittelbaren Untersuchung mit 100 ccm Wasser erhaltene verdünnte Fäcesemulsion wurde gleichfalls bei 37° C. gestellt und nach verschiedenen Zeiten untersucht. Die Resultate sind berechnet auf 1 mg der ursprünglichen Fäces.

(Siehe Tabelle VIII auf S. 140.)

Nach vier Tagen hat die Zahl kultivierbarer Organismen zugenommen bis auf 30 700 000, die Zahl mikroskopisch gezählter bis auf 70 107 000: die beiden Zahlen sind also im ganzen um stark 30 Millionen vermehrt. Falls sämtliche 39 466 000, oder wenigstens ein kleinerer oder gröfserer Bruchteil des Übermafses

mikroskopisch gezählter Bakterien in der Flüssigkeit sich vermehrt hätte, so hätte man nach vier Tagen eine bedeutend gröſsere Gesamtzahl finden müssen als 70170000, wo doch schon die auf Gelatine kultivierbaren allein um stark 30 Millionen zugenommen haben. Wo die Zunahme der Gesamtzahl nach vier Tagen der Zunahme der Anzahl der kultivierbaren entspricht, da können sich auch nur die kultivierbaren vermehrt haben; die gröſsere Mehrheit der mikroskopisch zählbaren Bakterien ist also nicht mehr im stande gewesen, sich zu vermehren, und muſs demnach als abgestorben betrachtet werden. Die zunehmende Verminderung, durch Auseinanderfallen und Verschwinden, der Anzahl der mikroskopisch gezählten Bakterien in den unverdünnten Fäces, welche bei 37° C. gestellt sind, ist damit ganz in Übereinstimmung.

Tabelle VIII.

Verdünnte Fäces Nr. 3, aufbewahrt bei 37° C.

Zeiten bei 37° C.	Quantum der untersuchten Fäces in g	Prozentgehalt an festem Stoff	Bakterienzahl bei mikrosk. Zählung gefunden u. berechnet auf 1 mg Fäces	Zunahme mit	Bakterienzahl kultiviert auf alk. Gelatine und berechnet auf 1 mg Fäces	Zunahme mit	Proportionalzahlen
Unmittelb. Untersuch.	11,930	18,79	39 466 000	stark 30 Million.	322	stark 30 Million.	122 5[illegible]6
Nach 2 Tag.	—	—	31 435 000		2 700 000		12
› 4 ›	—	—	70 107 000		30 700 000		$2^1/_4$

Nach zwei Tagen ist die Zahl kultivierbarer Bakterien zwar bis 2700000 gestiegen, aber doch ist die Zahl mikroskopisch gezählter Bakterien bis auf 31435000 herabgesunken; vermutlich ist dies dem Umstande zuzuschreiben, daſs der Fehler der Zählungsmethode und die Abnahme der Zahl toter Individuen zufällig in derselben Richtung zusammenwirkten, daſs sie nämlich eine Abnahme der Gesamtzahl hervorgerufen haben, welche Abnahme durch die noch zu geringe Vermehrung der kultivierbaren Organismen nicht kompensiert werden konnte.

Da die Proportionalzahl nach vier Tagen ($2^1/_4$) noch gröſser ist als 1,5, kann diese Bestimmung noch verwertet werden für die

Berechnung des Sterilitätsindex; für diese Berechnung ist nur von der ursprünglichen Proportionalzahl 1 zu subtrahieren (die Fraktion von 1 kann dieser großen Proportionalzahl gegenüber außer Rechnung gelassen werden): der Sterilitätsindex dieser Fäces erreicht also die hohe Zahl 122565.

Nicht alle Fäces zeigen eine deutlich ausgesprochene antibakterielle Wirkung; in solchen Fäces, worin sogleich schon eine Vermehrung der kultivierbaren Bakterien wahrgenommen werden kann (Tabelle IX), kann der Sterilitätsindex auch direkt, ohne Verdünnung der Fäces, bestimmt werden. Nach einem Tage hat die Zahl kultivierbarer Organismen um stark 9 Millionen zugenommen; die Gesamtzahl weist die nämliche Zunahme auf: der Sterilitätsindex beträgt also 223.

Tabelle IX.

Fäces Nr. 4, aufbewahrt bei 37° C.

Zeiten bei 37° C.	Quantum der untersuchten Fäces in g	Prozentgehalt an festem Stoff	Bakterienzahl bei mikrosk. Zählung gefunden u. berechnet auf 1 mg Fäces	Zunahme mit	Bakterienzahl kultiviert auf alk. Gelatine und berechnet auf 1 mg Fäces	Zunahme mit	Proportionalzahlen
Unmittelb. Untersuch.	11,770	33,07	17 765 000	stark 9 Million.	79 200	stark 9 Million.	224
Nach 1 Tag	10,372	36,84	27 053 000		9 839 000		3
» 3 »	10,130	39,24	28 533 000		8 535 000		3

Diese nämlichen Fäces (Tabelle X) in verdünntem Zustande ergeben ein übereinstimmendes Resultat; nach drei Tagen hat die Zahl kultivierbarer Organismen zugenommen mit 21 Millionen, die Gesamtzahl mit 20 Millionen. Die Proportionalzahl der zweiten Bestimmung ist noch groß genug, um diese Bestimmung für die Berechnung des Sterilitätsindex benutzen zu können.

(Siehe Tabelle X auf S. 142.)

Es zeigt sich, daß eine schwache antibakterielle Wirkung auch in diesen Fäces nicht fehlt: in den verdünnten Fäces hat ja nach drei Tagen die Zahl kultivierbarer Bakterien stärker zugenommen als in den unverdünnten; in letzteren scheint sogar nach

Ablauf des ersten Tages Vermehrung nicht mehr stattgefunden zu haben.

Tabelle X.

Verdünnte Fäces Nr. 4, aufbewahrt bei 37° C.

Zeiten bei 37° C.	Quantum der untersuchten Fäces in g	Prozentgehalt an festem Stoff	Bakterienzahl bei mikrosk. Zählung gefunden u. berechnet auf 1 mg Fäces	Zunahme mit	Bakterienzahl kultiviert auf alk. Gelatine und berechnet auf 1 mg Fäces	Zunahme mit	Proportionalzahlen
Unmittelb. Untersuch.	11,770	33,07	17 765 000	Stark 20 Mill.	79 200	Stark 21 Mill.	224
Nach 3 Tag.	—	—	47 250 000		21 310 000		1,7

Es gelingt nicht immer leicht, den Zeitpunkt zu treffen, wo die zweite Proportionalzahl bestimmt werden kann; dies zeigt sich z. B. aus nachstehenden verdünnten Fäces (Tabelle XI).

Tabelle XI.

Verdünnte Fäces Nr. 2, aufbewahrt bei 37° C.

Zeiten bei 37° C.	Quantum der untersuchten Fäces in g	Prozentgehalt an festem Stoff	Bakterienzahl bei mikrosk. Zählung gefunden u. berechnet auf 1 mg Fäces	Zunahme mit	Bakterienzahl kultiviert auf alk. Gelatine und berechnet auf 1 mg Fäces	Zunahme mit	Proportionalzahlen
Unmittelb. Untersuch.	10,440	15,15	44 579 000	keine Zunahme	57 000	1 318 000	782
Nach 32 Std.	—	--	44 837 000		1 888 000		24
Nach 4 × 24 Stunden	—	—	44 450 000		10 390 000	8 502 000	4

Nach 32 Stunden hat zwar die Zahl kultivierbarer Individuen von 57 000 bis 1 888 000 zugenommen; diese Vermehrung aber ist offenbar zu gering, um einen merkbaren Einflufs auf die Zahl mikroskopisch gezählter Organismen auszuüben. Nach 4 × 24 Stunden ist die Zahl kultivierbarer Bakterien bis zu stark 10 Millionen gestiegen, aber auch jetzt ist die Zahl mikroskopisch gezählter Organismen stark 44 Millionen geblieben; es müssen also in dieser Zeit ungefähr ebenso viel tote Organismen auseinandergefallen und verschwunden sein, als durch Ver-

mehrung der lebenden Organismen geboren wurden. Obgleich die Proportionalzahl nach vier Tagen noch 4 beträgt, ist doch durch das Verschwinden einer solchen grofsen Zahl toter Individuen die Zeit schon vorbei, um noch durch eine folgende Bestimmung den Sterilitätsindex festsetzen zu können. Diese Fäces hätten also offenbar eine stärkere Verdünnung untergehen müssen, die antibakterielle Wirkung wäre in höherem Mafse aufzuheben gewesen, um in einer kürzeren Zeit (noch bevor eine solche grofse Zahl toter Individuen verschwinden konnte) eine stärkere Vermehrung der lebenden Organismen zu stande kommen zu sehen.

* * *

I. Von dem gesunden erwachsenen Menschen wird in 24 Stunden mit den Fäces eine viel gröfsere Zahl Bakterien ausgeschieden, als bisher bekannt war. Um dieses sichtbar zu machen, ist in nachstehender Tabelle (XII) eine Übersicht der Durchschnitts-, Maximal- und Minimalzahl, berechnet aus den 14 Bestimmungen von Tabelle III und IV, gegeben; dabei wurde angenommen, dafs von einem erwachsenen Menschen in 24 Stunden 150 g Fäces ausgeschieden werden.

Tabelle XII.

	Prozentgehalt an festem Stoff	Zahlen bei mikrosk. Zählung gefunden und berechnet auf 1 mg Fäces	Zahlen bei Kultivierung gefunden und berechnet auf 1 mg Fäces	Zahlen nach mikroskopischer Zählung in 24 Stunden ausgeschieden	Zahlen nach Kulturmethode in 24 Stunden ausgeschieden
Durchschnitt	21,96	58 800 000	658 500	8 800 Milliarden	99 Milliarden
Maxim.	30,60	165 614 000	6 396 000	24 800 »	960 »
Minim.	13,92	20 162 000	356	3 000 »	54 Millionen

Gilbert und Dominici[1]) kamen zu einer Ausscheidung von 12—15 Milliarden Bakterien in 24 Stunden; Sucksdorff[2]) fand als Durchschnittszahl stark 55 Milliarden, als Maximum beinahe 408 Milliarden und als Minimum noch nicht 2 Milliarden.

1) Gilbert et Dominici, Semaine médicale, 1894, S. 76.

2) Sucksdorff, Das quantitative Vorkommen von Spaltpilzen im menschlichen Darmkanal. Archiv f. Hygiene, Bd. IV.

Diese Untersucher wandten natürlich die Kulturmethode an; die von mir mit der Kulturmethode gefundenen Zahlen zeigen — wenn man die grofsen Schwankungen, welche die verschiedenen Fäces in quantitativer bakteriologischer Zusammensetzung haben können, in Betracht nimmt — keine grofsen Abweichungen von den von Sucksdorff angegebenen Zahlen. Mit meiner Zählungsmethode erhält man aber Zahlen, hinter welchen die Zahlen für die kultivierten Organismen weit zurückbleiben.

Man bekommt erst einen besseren Blick in diese enorme Bakterienausscheidung, wenn man eine Berechnung des Gesamtgewichts der Bakterienkörper macht, welche in 24 Stunden ausgeschieden werden. Die Berechnung wird natürlich eine nur genäherte sein, da die Gewichte der Bakterien bisher noch nicht experimentell festgesetzt wurden. Man mufs sich dermafsen behelfen, dafs man aus der mikroskopischen Gröfse der Bakterien theoretisch das Volumen berechnet.

Die mikroskopische Gröfse wird bestimmt im gefärbten Präparat; die Bakterien sind nacheinander getrocknet, mit Flüssigkeiten in Berührung gebracht (Farbstoffe, Wasser) und wieder getrocknet: inwieweit dadurch die mikroskopische Gröfse im gefärbten Präparat von der natürlichen Gröfse der Bakterien abweicht, läfst sich nicht leicht bestimmen. Ein kleiner Fehler in der mikroskopischen Messung verursacht eine grofse Differenz in der Berechnung. Überdies zeigen die Organismen einer selben Art oft eine grofse Differenz in Länge und Dicke, so dafs man eine Durchschnittszahl für die Gröfse bestimmen mufs; noch schwieriger und ungenauer wird natürlich die Berechnung, wenn es sich zu gleicher Zeit um verschiedene Arten handelt, und, wie in den menschlichen Fäces, um in verschiedenen Zersetzungsstadien sich befindende Organismen. Die Angaben über Gewichte der Bakterien, die man in der Litteratur findet, laufen denn auch weit auseinander.

C. v. Nägeli[1]) berechnete das Gewicht der lufttrockenen Bakterien, indem er annahm, dafs von den 75%—80% Wasser,

1) C. v. Nägeli, Die niedern Pilze in ihren Beziehungen zu den Infektionskrankheiten und der Gesundheitspflege. München, 1877, S. 6—7.

welche der Bakterienkörper enthält, in lufttrockenem Zustand ungefähr 1/4 (ca. 20 %) zurückbleibt; von kleinen Bakterien wiegen alsdann ungefähr 30 Milliarden 1 mg.

Diese Zahl will ich in erster Linie als Grundlage für die Berechnung nehmen, weil Sucksdorff den nämlichen Mafsstab gebrauchte, nachdem er die Bakterienzahlen in den menschlichen Fäces durch die Kulturmethode bestimmt hatte; auf diese Weise wird die Differenz in den mittels der beiden Methoden erhaltenen Resultaten am deutlichsten sichtbar.

Tabelle XIII.

Gewichte der ausgeschiedenen Bakterien (Berechnung nach Nägeli).

	Bakterienzahl n. mikroskopischer Zählung in 24 Stunden ausgeschieden	Gewicht der in 24 Stunden ausgeschiedenen Bakterien	Prozentgehalt des festen Stoffes der Fäces, von Bakterienkörpern eingenommen
Durchschnittszahl	8 800 Milliarden	293 mg	0,13 %
Maximum . . .	24 800 »	826 »	0,34 %
Minimum . . .	3 000 »	100 »	0,039 %

Während also bei dieser Berechnung der Prozentgehalt des festen Stoffes der Fäces, von Bakterienkörpern eingenommen, zwischen 0,039 % und 0,34 % schwankt, fand Sucksdorff diese Zahlen sich bewegend zwischen 0,0004 % und 0,008 %.

Die von Nägeli für die Gewichte der Bakterien angegebenen Werte sind aber ganz gewifs zu klein, weil er sich schon einen grofsen Teil des Wassergehalts entfernt denkt.

Ferdinand Cohn[1]) berechnet hingegen, dafs in 1 cmm 633 Millionen Stäbchenbakterien von 2 μ Länge und 1 μ Durchmesser Platz finden können, ohne irgend einigen freien Raum offen zu lassen; wenn er dabei annimmt, dafs das spezifische Gewicht des Bakterienkörpers = 1 ist, gelangt er zu der Schlufsfolgerung, dafs 633 Millionen Bakterien das Gewicht von 1 mg erreichen. Da in den menschlichen Fäces neben gröfseren

1) Ferdinand Cohn, Über Bakterien, die kleinsten lebenden Wesen. Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge, herausgeg. von Rud. Virchow u. Fr. v. Holtzendorff (VII. Serie, Heft 165, Berl. 1872).

auch viele kleinere Formen angetroffen werden, kann man, auf Grund dieser Berechnung Cohns, für das Gewicht von ungefähr 1 Milliarde Fäcesbakterien 1 mg annehmen; nimmt man nun weiter an, dafs 15 % des Bakterienkörpers aus festem Stoff bestehen, und dafs das N 10 % des letzteren einnimmt, so gelangt man zu folgender Übersicht (Tabelle XIV).

Tabelle XIV.

Gewichte der ausgeschiedenen Bakterien (Berechnung nach Cohn).

	Durchschnittl. Gehalt an festem Stoff der Fäces	Bakterienzahl, nach mikroskopischer Zählung in 24 Std. ausgeschieden	Gewicht der in 24 Stunden ausgeschiedenen Bakterien	Prozentgehalt des festen Stoffes der Fäces, von Bakterienkörpern eingenommen	Quantum Stickstoff, in 24 Stunden mit d. Fäces durch Bakterienkörper ausgeschieden
Durchschnittszahl	22 %	8 800 Milliarden	8,8 g	4 %	132 mg
Maximum . . .	—	24 800 »	24,8 g	11,27 %	372 »
Minimum . . .	—	3 000 »	3 g	1,36 %	45 »

Wenn man die Gewichte der Bakterien auf experimentellem Wege genau hat bestimmen lernen, wird man diese Zahlen revidieren können, aber jetzt schon zeigt sich, welche verhältnismäfsig bedeutenden Quantitäten Stickstoff in 24 Stunden mit den Bakterienkörpern der Fäces ausgeschieden werden müssen.

II. In den meisten Fäces von Erwachsenen kann man antibakterielle Wirkungen wahrnehmen, welche aufserhalb des menschlichen Körpers bei 37° C. oft die Zahl lebender Keime abnehmen lassen, bezw. die (starke) Zunahme derselben verhindern; diese antibakteriellen Wirkungen können in den verschiedenen Fäcesproben (von verschiedenen Individuen herrührend) sehr weit auseinander laufen.

III. Die Durchschnittszahl der lebenden in den menschlichen Fäces anwesenden Individuen beträgt nur 1,1 % von der Gesamtzahl der vorhandenen Bakterien; 98,9 % der niederen Organismen in den Fäces sind abgestorben.

IV. Die lebenden Bakterien aus den menschlichen Fäces sind auf unseren bekannten Nährböden leicht kultivierbar.

IV. Der Sterilitätsindex im Darmkanal des Kaninchens.

Nachdem sich herausgestellt, dafs die Bakterienbevölkerung der menschlichen Fäces einen so hohen Sterilitätsindex besitzt, mit anderen Worten, dafs eine so grofse Individuenzahl dieser Bakterienbevölkerung abgestorben ist, lag die Frage vor der Hand, in welchem Teile des Darmkanals dieses in so hohem Grade stattfindende Absterben zu stande kommt und welche Bedeutung demselben zuerkannt werden mufs. Eine solche Untersuchung läfst sich selbstverständlich am Menschen nicht leicht ausführen; nur in einzelnen Fällen bei zufällig stattfindenden Operationen kann man den Inhalt von einzelnen bestimmten Teilen des Darmkanals des Menschen erhalten. Man ist dabei von allerlei hinzukommenden Umständen abhängig und wird erst im Laufe eines längeren Zeitraums eine gröfsere Zahl Untersuchungen in dieser Richtung veranstalten können. Es kam mir aus diesem Grunde erwünscht vor, die bakteriologischen Verhältnisse, von dem Prinzip des Sterilitätsindex aus, im Darmkanal verschiedener Tierarten zu studieren, um später die Resultate dieser Untersuchungen mit den im Laufe der Zeit gesammelten Ergebnissen betreffs des Sterilitätsindex an verschiedenen Stellen des Darmkanals des Menschen zu vergleichen; die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dafs man schliefslich auf diese Weise einen vollständigen Einblick bekommt in die bakteriologischen Verhältnisse auch hinsichtlich des menschlichen Darmkanals, trotzdem dafs die gleichzeitige Untersuchung zu einem gegebenen Zeitpunkt von dem Inhalt der aufeinanderfolgenden Teile des menschlichen Darmkanals nicht stattfinden kann.

Ich habe diese Untersuchungen mit den Herbivoren angefangen, um sie nachher auch über Omni- und Carnivoren auszubreiten; die beim Kaninchen erworbenen Resultate wünsche ich nachstehend mitzuteilen.

Vollkommen gesunde Kaninchen wurden meistens durch Nackenschlag getötet; sobald der Tod eingetreten war, wurde der Bauch mit der nötigen Vorsorge aufgeschlitzt, das Gedärme an verschiedenen Stellen mittels sterilisierter Seidenfäden abgebunden,

und der Inhalt der verschiedenen Teile des Darmkanals in sterilisierte Mörser gebracht, die in Filtrierpapier eingeschlossen waren.

Der Inhalt des Darmkanals wurde auf folgende Weise verteilt. Der Dünndarm mit seiner scharfen Abgrenzung an der Valv. Bauhini wurde für sich allein genommen und wieder durch einen Seidenfaden in zwei Teile verteilt; bei dieser Teilung liefs ich mich leiten von der An- oder Abwesenheit von Ingesta, um auf diese Weise eine Vergleichung zu erhalten zwischen einem ingestahaltigen und einem ingestafreien Teil des Dünndarms. Man findet stets einen der beiden Teile des Dünndarms (Duodenum-Jejunum oder Ileum), zuweilen auch den ganzen Dünndarm ingestafrei. Zu dem Inhalte des Coecums und Processus vermiformis wurde immer der in Konsistenz damit übereinstimmende Inhalt des ersten Teiles des Colon gefügt bis an die Stelle, wo die Eindickung schon einen solchen Grad erreicht hat, dafs feste Kotballen durch die Darmwand wahrgenommen werden konnten; eine scharfe Grenze liefs sich also auch hier leicht finden.

Der Inhalt der beiden Teile des Dünndarms, sei es mit oder ohne Ingesta, reagierte ausnahmslos deutlich alkalisch; der Inhalt des Coecum meistens schwach alkalisch, in einzelnen Fällen neutral oder schwach sauer.

Ebenso wie bei den menschlichen Fäces wurde stets ein grofses Quantum des Darminhalts zugleich untersucht, um von lokalen Ungleichmäfsigkeiten in der Zusammensetzung unabhängig zu sein. Fast immer wurde von jedem Teil des Darms der ganze Inhalt für die Untersuchung gebraucht, nur das Coecum war ausgenommen; vom Inhalt des letztern wurden nach vorabgegangener Mischung wenigstens 10 g für die Untersuchung genommen.

Nachdem eine vollkommen gleichmäfsige Emulsion auf die Weise, wie bei den menschlichen Fäces beschrieben, bereitet worden war, wurde von den in den verschiedenen Teilen des Darmkanals anwesenden Bakterienbevölkerungen der Sterilitätsindex bestimmt.

Aus den Bestimmungen der Gesamtzahlen und der reduzierten Zahlen im mikroskopischen Präparat ergab sich, dafs auch hier die Gruppierung und die Verbandbildung keine gröfseren Differenzen als höchstens 40% bildeten.

Auch das Kultivieren unter verschiedenen äufseren Umständen und auf verschiedenen Nährböden hatte keinen merklichen Einflufs auf die Proportionalzahl, so dafs wieder die alkalische Nährgelatine für die Bestimmung dieser Zahl benutzt werden konnte.

Die durch Vergleichung der beiden Proportionalzahlen erzielten Resultate (in Tabelle XV wird von jedem der verschiedenen Teile des Darmkanals ein Beispiel aus den zahlreichen verrichteten Bestimmungen mitgeteilt) bewiesen, dafs in dem Inhalt der verschiedenen Teile des Darmkanals des Kaninchens sich nicht Bakterien befanden, welche, obgleich lebend, nicht künstlich kultiviert werden konnten; ein Zustand der Bakterienbevölkerung also, welcher genau übereinstimmt mit dem, welchen man in den Fäces erwachsener Menschen vorfindet.

Der Sterilitätsindex konnte demnach zugleich gefunden werden, indem von der ursprünglichen Proportionalzahl 1 subtrahiert wurde.

(Siehe Tabelle XV auf S. 150.)

Zugleich war hiermit bewiesen, dafs die lebenden Organismen im Darmkanal des Kaninchens keine besonderen Anforderungen hinsichtlich der künstlichen Kultur haben, und dafs man durch Kultur auf alkalischer Gelatine sämtliche lebende Individuen zur Entwicklung bringen kann.

Ich kann nun dazu übergehen, die Sterilitätsindices der verschiedenen Teile des Darmkanals, wie dieselben bei einer Anzahl Kaninchen bestimmt und in den nachstehenden Tabellen (Tabellen XVI—XXI) aufgegeben werden, miteinander zu vergleichen.

(Siehe Tabelle XVI—XXI auf S. 151—153.)

Dünndarm. Im ganzen Dünndarm des Kaninchens Nr. 5 (Tabelle XVI) waren Ingesta nicht vorhanden. Die Anzahl mikroskopisch gezählter Bakterien ist im untern Teil des Dünndarms im Milligramm, entsprechend dem höheren Gehalt an festem Stoff, etwas gröfser als im ersten Teil: man könnte also eine entsprechende Zunahme der Anzahl lebender Bakterien erwarten, dermafsen, dafs die Sterilitätsindices der beiden Teile des Dünn-

darms von der nämlichen Gröfse wären. Das ist aber der Fall nicht: der Sterilitätsindex im zweiten Teil des Dünndarms ist viel kleiner als im obern Teil. In jenem obern Teil des Dünndarms mufs also ein bedeutendes Absterben stattgefunden haben von den lebenden Bakterien, welche von den dort passierten Ingesta zurückgeblieben sind.

Bei Kaninchen Nr. 8 (Tabelle XVII), gleichfalls ohne Ingesta im Dünndarm, findet man die nämlichen Verhältnisse wieder: im ersten Teil des Dünndarms einen viel gröfseren Sterilitätsindex als im zweiten Teil.

Tabelle XV.

Sterilitätsindexbestimmung des Inhalts der verschiedenen Teile vom Darmkanal des Kaninchens.

Teile des Darms	Zeit der Untersuchung	Bakterienzahl, durch mikroskop. Zählung in 1 mg Inhalt gefunden	Zunahme mit	Bakterienzahl, durch Kultur in 1 mg Inhalt gefunden	Zunahme mit
Dünndarm (1. Teil, ingestafrei)	Unmittelbar	685 000	206 000	1 Organismus auf 5 mg	275 000
	24 Stunden bei 37 ° C.	891 000		275 000	
Sterilitätsindex: **3 424 999.**					
Coecum, Processus vermiform. u. Colon asc.	Unmittelbar	26 975 300	stark 12 1/2 Mill.	136	stark 9 1/2 Mill.
	24 Stunden bei 37 ° C.	39 792 000		12 558 700	
Sterilitätsindex: **198 346.**					
Dickdarm und Rectum	Unmittelbar	8 565 000	fast 9 1/2 Mill.	67	fast 9 1/2 Mill.
	24 Stunden bei 37° C.	17 937 000		9 432 000	
Sterilitätsindex: **127 834.**					

Teile des Darms	Inhalt in g	Fester Stoff in %	Gesamtzahlen: Mikroskopisch gezählt	Gesamtzahlen: Kultiv.	In 1 mg Inhalt: Mikro-skop.	In 1 mg Inhalt: Kultiv.	Sterilitätsindex	
Dünndarm (oberer Teil) . . .	18	7,89	9 550 967 000	5 940	530 600	ungefähr 1 auf 3 mg	1 607 905	169 942
Id. (unterster 1 m)	3,5	8,49	2 870 175 000	67 150	820 000	19	42 741	
Coecum, Pr. vermif. u. Col. asc.	111	15,61	7 555 215 000 000	7 770 000	68 065 000	70	972 356	
Dickdarm u. Rectum	10	34,26	176 070 000 000	225 800	17 607 000	25	688 310	

Tabelle XVII. Kaninchen Nr. 8.

Teile des Darms	Inhalt in g	Fester Stoff in %	Gesamtzahlen: Mikroskopisch gezählt	Gesamtzahlen: Kultiv.	In 1 mg Inhalt: Gezählt	In 1 mg Inhalt: Kultiv.	Sterilitätsindex	
Duodenum u. Jejunum . . .	6,250	6,07	4 969 593 750	1 581	795 135	1 Organism. auf 4 mg	3 140 791	2 586 626
Ileum	11,500	8,37	13 517 031 000	5 566	1 175 394	1 Organism. auf 2 mg	2 428 499	
Coecum, Pr. vermif. u. Col. asc.	105,500	13,84	5 977 793 525 000	632 472	56 661 550	6	9 451 466	
Dickdarm u. Rectum	5,500	28,33	190 329 521 250	84 095	34 605 367	15	2 263 266	

Tabelle XVIII. Kaninchen Nr. 4.

Teile des Darms	Inhalt in g	Fester Stoff in %	Gesamtzahlen: Mikroskopisch gezählt	Gesamtzahlen: Kultiv.	In 1 mg Inhalt: Gezählt	In 1 mg Inhalt: Kultiv.	Sterilitätsindex	
Dünndarm (oberer Teil) . . .	12,250 (Ingesta.)	13,60	8 189 500 000	1 447 674	668 500	118	5 656	8 180
Dünndarm (unterste 75 cm) .	4,750	15,31	3 696 385 000	5 058	778 000	1	730 798	
Coecum, Pr. vermif. u. Col. asc.	127,200	22,73	607 316 400 000	3 816 000	4 774 000	30	159 149	
Dickdarm u. Rectum	7,500	40,23	50 599 000 000	468 000	6 746 000	62	108 116	

Tabelle XIX. **Kaninchen Nr. 3.**

Teile des Darms	Inhalt in g	Fester Stoff in %	Gesamtzahlen: Mikroskopisch gezählt	Gesamtzahlen: Kultiv.	In 1 mg Inhalt: Gezählt	In 1 mg Inhalt: Kultiv.	Sterilitätsindex
Dünndarm (oberer Teil) . . .	12	8,93	2 509 125 000	—	209 000	—	— } 63 392
Dünndarm (unterste 75 cm) .	4	11,63	1 317 900 000	60 465	329 000	15	21 795 }
	(Ingesta.)						
Coecum, Pr. vermif. u. Col. asc.	82	24,55	5 191 109 162 000	10 297 560	63 306 209	126	504 109
Dickdarm u. Rectum	6	40	34 189 921 000	1 416 000	5 698 320	236	24 144

Tabelle XX. **Kaninchen Nr. 6.**

Teile des Darms	Inhalt in g	Fester Stoff in %	Gesamtzahlen: Mikroskopisch gezählt	Gesamtzahlen: Kultiv.	In 1 mg Inhalt: Gezählt	In 1 mg Inhalt: Kultiv.	Sterilitätsindex
Duodenum u. Jejunum . . .	12,5	9,53	24 199 725 000	—	1 936 000	Noch nicht 1 auf 6 mg	— } 2 212 538
Ileum	30	12,96	280 021 500 000	137 499	9 334 000	4	2 036 584 }
	(Ingesta.)						
Coecum, Pr. vermif. u. Col. asc.	81	22,03	6 098 909 256 000	1 113 250	75 295 176	13	5 476 011
Dickdarm und Rectum . . .	9,5	39,45	124 577 055 000	136 875	13 133 374	14	910 151

Tabelle XXI. **Kaninchen Nr. 7.**

Teile des Darms	Inhalt in g	Fester Stoff in %	Gesamtzahlen: Mikroskopisch gezählt	Gesamtzahlen: Kultiv.	In 1 mg Inhalt: Gezählt	In 1 mg Inhalt: Kultiv.	Sterilitätsindex
Duodenum u. Jejunum . . .	27,5	8,17	19 965 000 000	15 125	726 000	ungefähr 1 auf 2 mg	1 320 000 } 465 847
Ileum	39	11,19	48 537 060 000	131 928	1 244 540	3	368 931 }
	(Ingesta.)	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

An jenen Stellen des Dünndarms, wo sich Ingesta befinden, wird, wie sich erwarten liefs, eine gröfsere Anzahl lebender Bakterien gefunden und infolgedessen ein kleinerer Sterilitätsindex. Sind diese Ingesta im ersten Teil des Dünndarms vorhanden (Kaninchen Nr. 4, Tabelle XVIII), so ist im zweiten Teil der Sterilitätsindex viel gröfser. Trifft man die Ingesta im zweiten Teil des Dünndarms an (Kaninchen Nr. 3, Nr. 6 und Nr. 7, Tabellen XIX, XX und XXI), so findet man dort den niederen Sterilitätsindex und hingegen einen gröfseren Sterilitätsindex im ersten Teil des Dünndarms.

In all jenen Teilen des Dünndarms, welche die Ingesta passiert haben, sieht man also in der Bakterienbevölkerung, welche dort von den Ingesta zurückgelassen wurde, die Zahl der lebenden Individuen abnehmen, den Sterilitätsindex der Bevölkerung zunehmen.

Die lebenden Bakterien sind in desto gröfserer Zahl abgestorben, je nachdem der Teil des Dünndarms, worin sie sich befinden, während längerer Zeit von Ingesta befreit gewesen ist. Bei Kaninchen Nr. 5 und Nr. 8, deren ganzer Dünndarm ingestafrei ist, findet man im ersten Teil des Dünndarms in beiden Fällen einen gröfseren Sterilitätsindex als im zweiten Teil, weil ja jener erste Teil schon seit einer längeren Zeit ingestafrei gewesen ist als der untere Teil des Dünndarms, woraus die Ingesta schliefslich in das Coecum übergegangen sind.

Diese fortschreitende Vernichtung der lebenden Bakterien, die man in den von den Ingesta verlassenen Teilen des Dünndarms wahrnehmen kann, fängt sehr wahrscheinlich schon an, wenn diese Ingesta sich noch dort befinden. Die lebenden niederen Organismen, vorhanden in der äufseren Oberfläche der Speisebreimasse, welche Oberfläche fortwährend in Kontakt ist mit der Schleimhaut des Dünndarms, erfahren den Einflufs der lebenden Darmwand. Die in diesem peripheren Cylinder der Ingesta vorhandenen lebenden Bakterien sterben zum Teile ab, und dieses Absterben nimmt zu in der zurückgebliebenen Bakterienbevölkerung, nachdem die Ingesta in einen folgenden Teil des Dünndarms gekommen sind.

Infolge dieser fortschreitenden Vernichtung der lebenden Bakterien in den von den Ingesta verlassenen Teilen des Dünndarms wird die Anzahl lebender Individuen dort fortwährend kleiner, der Sterilitätsindex fortwährend gröfser. Dennoch kommt es niemals zu vollkommener Sterilität des Dünndarms (vollständige Autosterilisation von Kohlbrugge). Sogar in solchen Fällen, wo man den ganzen Dünndarm ingestafrei findet, und infolgedessen der erste Teil des Dünndarms schon geraume Zeit keine Ingesta mehr enthielt, findet man doch in jenem oberen Teile des Dünndarms noch immer lebende Bakterien; und alsdann ist der Zeitpunkt wieder nahe, wo eine neue Zufuhr von Ingesta vom Magen her wieder lebende Bakterien in den Dünndarm bringt.

Die Anzahl lebender Organismen in den von den Ingesta verlassenen Teilen des Dünndarms kann zuletzt aber sehr klein werden, und bei einer ungleichmäfsigen Verteilung dieser wenigen lebenden Bakterien im schleimig-zähen Inhalt kann man alsdann oft verhältnismäfsig grofse Quantitäten (z. B. Platinösen von einigen Milligrammen) dieses Inhalts steril finden. Hieraus ist erklärlich, dafs mehrere Untersucher, wie Kohlbrugge und de Giaxa, nach dem Durchgang der Ingesta den Dünndarm vollständig frei von lebenden Bakterien finden.

Kohlbrugge [1]) untersuchte immer nur Platinösen voll des Dünndarminhalts; die Gröfse der von ihm benutzten Ösen gibt er nicht an, aber Platinösen von 2—3 mg sind schon ziemlich grofse Ösen, und doch reicht dieses Quantum des Inhalts des Dünndarms, frei von Ingesta, oft nicht hin, um auch nur einen einzigen lebenden Organismus auffinden zu lassen.

Auch de Giaxa [2]), der den Inhalt des Dünndarms eines Kalbes steril fand, benutzte viel zu kleine Quantitäten für seine

1) Kohlbrugge, L. c.

2) de Giaxa, De la Quantité des Bactéries dans le contenu du tube gastro-entérique de quelques animaux. Archives italiennes de Biologie, 1889, T. 9, S. 228.

Untersuchung; wenn man die von ihm gemachten Verdünnungen in Rechnung bringt, so zeigt sich, dafs er noch weniger als 1 mg (0,64 mg) vom ursprünglichen Inhalt des Dünndarms als Maximalquantum untersuchte.

Man kann sich leicht überzeugen, dafs in den ingestafreien Teilen des Dünndarms nicht vollkommene Sterilität besteht, wenn auch die Zahl lebender Organismen sehr gering ist; man hat dazu nur den Weg zu nehmen, den ich für die Bestimmung des Sterilitätsindex angewiesen habe: läfst man den ganzen Inhalt des ingestafreien Teiles des Dünndarms in verdünntem Zustande, um eventuelle antibakterielle Wirkungen aufzuheben, bei 37 ° C. stehen, so dafs die wenigen lebenden Bakterien sich vermehren können, so findet man nach einer gewissen Stundenzahl sehr viel lebende Organismen vor. In Tabelle XV findet man z. B. angegeben, dafs im Inhalt des ersten Teiles des Dünndarms eines Kaninchens, in welchem Teile sich keine Ingesta befanden, anfangs Ein lebender Organismus auf 5 mg Inhalt zu finden war; nachdem dieser Inhalt in verdünntem Zustande 24 Stunden bei 37° C. gestanden hatte, war die Zahl lebender Organismen bis 275 000 in 1 mg gestiegen.

Rechnet man im voraus damit, dafs nur eine geringe Zahl lebender Bakterien im Dünndarm sich befindet, wenn keine Ingesta vorhanden sind und untersucht deshalb gröfsere Quantitäten, so gelingt es meistenteils noch, sei es durch die Plattenmethode, sei es durch die Herstellung verschiedener Verdünnungen in Bouillon, auch die Zahl dieser lebenden Bakterien näher zu bestimmen.

Coecum, Processus vermiformis und Colon ascendens. Durch einfache Überlegung kann man vorher das Verhältnis bestimmen, welches bestehen mufs zwischen dem Sterilitätsindex der Ingesta, die fortwährend aus dem zweiten Teil des Dünndarms in das Coecum übergehen, und dem Sterilitätsindex des Inhalts des ganzen Dünndarms.

1. Der Dünndarm ist teilweise mit Ingesta gefüllt: die Ingesta befinden sich im Duodenum und Jejunum, während das Ileum frei davon ist, oder sie befinden sich im Ileum und es ist

kein Speisebrei im Duodenum und Jejunum vorhanden. In jenen Teilen des Dünndarms, die ingestafrei sind, findet man konstant einen grofsen Teil der lebenden Organismen abgestorben und infolgedessen einen hohen Sterilitätsindex, einen Sterilitätsindex, der gröfser ist als der des mit Ingesta gefüllten Teiles des Dünndarms. Der Inhalt des gesamten Dünndarms, der beiden Teile zusammen, wird also in jenen Fällen einen gröfseren Sterilitätsindex besitzen müssen als die Ingesta, welche schliefslich aus dem zweiten Teil des Dünndarms in das Coecum geführt werden.

2. Ist der ganze Dünndarm frei von Ingesta, so ist überall im Dünndarm der Sterilitätsindex schon gestiegen und wird also gewifs der Sterilitätsindex des ganzen Dünndarminhalts gröfser sein müssen als der der Ingesta, welche eben passierten und in das Coecum angekommen sind.

3. Aber auch, wenn der ganze Dünndarm mit Ingesta gefüllt wäre (einen solchen Fall habe ich nicht angetroffen), so müfste noch der Sterilitätsindex des Inhalts des ganzen Dünndarms gröfser sein als derjenige der in das Coecum tretenden Ingesta, weil man annehmen mufs, dafs das Absterben der lebenden Bakterien im äufsersten Mantel der Ingesta, der mit der lebenden Darmwand fortwährend in Berührung ist, schon sofort anfängt.

In allen Fällen mufs also der Inhalt des ganzen Dünndarms einen gröfseren Sterilitätsindex haben als die Ingesta, welche im Coecum arrivieren, oder umgekehrt, der im Coecum ankommende Speisebrei besitzt stets einen niedrigeren Sterilitätsindex als der vom Inhalt des ganzen Dünndarms.

Im Coecum wird ein grofser Teil der verdaubaren Bestandteile der Ingesta durch eine fortschreitende Resorption aus dem Darmkanal entfernt; den Dünndarm passieren die Ingesta verhältnismäfsig schnell, sie verbleiben hingegen längere Zeit im Coecum. Die unverdaubaren Stoffe aus den Nahrungsmitteln bleiben zeitlich im Coecum angehäuft, ihre Konzentration nimmt fortwährend zu. Auch die Bakterien gehören zu diesen nichtresorbierbaren Bestandteilen, und infolgedessen tritt eine zu-

nehmende bakterielle Konzentration im Coecum auf; daher kommt es denn auch, dafs die absoluten Zahlen der Bakterien, sowohl der mikroskopisch gezählten als der kultivierten, per Milligramm-Inhalt im Coecum viel gröfser sind als im Dünndarm.

Nimmt man nun für einen Augenblick an, dafs im Coecum die lebenden Bakterien der Ingesta weder sich vermehren noch absterben, dann wird, obgleich die absolute Bakterienzahl im Milligramm infolge der Resorption zunimmt, doch das Verhältnis zwischen den lebenden und den toten Bakterien, mit anderen Worten der Sterilitätsindex, unverändert bleiben müssen. Und da dieser Sterilitätsindex der Ingesta, die im Coecum arrivieren, wie man gesehen hat, stets einen viel geringeren Wert hat als der Sterilitätsindex des ganzen Dünndarms, so wird auch, wenn weder Vermehrung noch Absterben der lebenden Bakterien eintritt, im Coecum der Sterilitätsindex niedriger sein müssen als im ganzen Dünndarm.

Findet eine starke Vermehrung der lebenden Bakterien im Coecum statt, so wird durch die Vermehrung der lebenden Organismen der Sterilitätsindex im Coecum noch mehr herabsinken und also gewifs noch viel kleiner werden als im ganzen Dünndarm.

Nun ist aber konstant in allen untersuchten Fällen der Sterilitätsindex des Coecalinhalts gröfser, in manchen Fällen sogar um viele Male gröfser als der Sterilitätsindex des ganzen Dünndarminhalts: es kann also im Coecum Vermehrung der lebenden Bakterien nicht stattgefunden haben. Die Zunahme der Zahl der lebenden Bakterien per Milligramm im Coecum beruht also nur scheinbar auf einer Vermehrung; in Wirklichkeit hat die zugenommene bakterielle Konzentration eine noch viel gröfsere Zahl lebender Organismen per Milligramm angehäuft, unter welcher grofsen Zahl jedoch ein Absterben in hohem Grade im Coecum zu stande gekommen ist. Im Coecum von Kaninchen Nr. 5 (Tabelle XVI), wo der Sterilitätsindex (972356) stark fünfmal gröfser ist als der Sterilitätsindex des ganzen Dünndarminhalts (169942), müssen wenigstens 70 bis 80% der ursprünglichen

Bakterienzahl, die in lebendem Zustande dort ankamen, abgestorben sein.

In jenen Fällen, wo es wegen der geringen Zahl nicht gelang, die Quantität der lebenden Bakterien im ersten Teil des Dünndarms zu bestimmen (Kaninchen Nr. 3 und Nr. 6), ist der Sterilitätsindex des ganzen Dünndarminhalts berechnet aus der Gesamtzahl der gefundenen toten und lebenden Bakterien, so dafs die unzweifelbar vorhandenen lebenden Organismen des ersten Teiles des Dünndarms aufser Rechnung geblieben sind; auf die gegebenen Anschauungen hat dies keinen Einflufs, weil diese Verwahrlosung den Sterilitätsindex des ganzen Dünndarms gröfser gemacht hat, als er in der That ist.

Auch wird die Anschauung nicht beeinträchtigt, wenn eine Fraktion der im Coecum angehäuften toten Bakterien auseinanderfällt und verschwindet; im Gegenteil, dadurch würde in der Bakterienbevölkerung des Coecums das Verhältnis zu Gunsten der lebenden Organismen zunehmen und infolgedessen der Sterilitätsindex dort kleiner werden. Fände dieses Auseinanderfallen und Verschwinden der toten Bakterien im Coecum sogar in starkem Grade statt, so könnte hierdurch allein schon der Sterilitätsindex im Coecum schliefslich sehr klein werden und unter den des Dünndarms herabsinken; auf diese Weise könnte man auf Grund der gegenseitigen Verhältnisse der Sterilitätsindices des Dünndarms und des Coecums (wenn man wenigstens diesen Faktor des Auseinanderfallens und Verschwindens der toten Individuen unberücksichtigt liefse) den Eindruck bekommen, dafs die lebenden Bakterien im Coecum sich vermehrt hätten, während ihre Zahl in Wirklichkeit abgenommen hat. Mag auch ein Auseinanderfallen der toten Bakterien im Coecum stattfinden, so vollzieht sich dieser Prozefs hier nur in beschränktem Mafse und bleibt unzweifelbar weit hinter der Zunahme der Anzahl toter (durch Absterben lebender) Individuen zurück, da doch der Sterilitätsindex des Coecums immer noch viel gröfser bleibt als der Sterilitätsindex des ganzen Dünndarms; jedenfalls wäre dadurch der gefundene Sterilitätsindex des Coecums noch zu niedrig angeschlagen und müfste thatsächlich erhöht werden, was

beweisen würde, dafs das Absterben im Coecum in noch stärkerem Grade stattgefunden hat, als aus den gefundenen Zahlen sich schliefsen läfst.

Man könnte sich schliefslich noch die Frage vorlegen, ob man das Recht hat, den Sterilitätsindex des Coecalinhalts mit dem des Inhalts des ganzen Dünndarms zu vergleichen. Der Inhalt des Coecums setzt sich ja aus mehreren Ingestamassen zusammen, welche durch den Dünndarm gegangen sind; diese verschiedenen Ingesta brauchen durchaus nicht den nämlichen Sterilitätsindex zu besitzen, und man vergleicht nun am Ende den Sterilitätsindex des Coecums mit dem des Dünndarms in einem willkürlichen Augenblick. Es könnte ja möglich sein, dafs kurze Zeit vor dem Tod des Tieres zufällig fortwährend Ingesta in das Coecum geführt wären mit einem sehr hohen Sterilitätsindex, während im Augenblick des Todes im Dünndarm gerade ein Speisebrei sich befindet mit sehr niedrigem Sterilitätsindex; man könnte dann aus dem Verhältnis der beiden Sterilitätsindices fälschlich auf ein Absterben der lebenden Bakterien im Coecum schliefsen. Ich meine also eigentlich dieselbe Einwendung, welche man auch hinsichtlich der bisherigen, allgemein herrschenden Auffassung hätte machen können. Diese Auffassung, nach welcher man aus einer Zunahme der Anzahl kultivierbarer Bakterien im Coecum der Anzahl kultivierbarer Organismen im Dünndarm gegenüber, auf eine Vermehrung der lebenden Bakterien im Coecum schliefst, kann man ja ganz auf dieselbe Weise betrachten: im Dünndarm befindet sich im Augenblick des Todes gerade ein Inhalt mit wenig kultivierbaren Bakterien, während hingegen zuvor mehrere Ingesta mit sehr vielen kultivierbaren Organismen im Coecum angekommen sind; die Zunahme der Anzahl kultivierbarer Bakterien beweist also dann nicht die Vermehrung derselben. Man sieht aber leicht ein, dafs ein solcher Fall nur eine seltene Ausnahme sein kann, und eben aus der Thatsache, dafs in allen Fällen ausnahmslos im Coecum stets eine Zunahme der Zahl kultivierbarer Organismen per Gewichtseinheit konstatiert werden konnte, hat man mit Recht — so lange man wenigstens selbst die Möglichkeit noch nicht in

Erwägung nahm, dafs diese Zunahme abhängig sein könnte von der zugenommenen bakteriellen Konzentration — geschlossen, dafs diese Zunahme auf einer Vermehrung beruhen müsse und nicht mit einem zufälligen Zusammentreffen von Umständen in Beziehung stehen könne. Mit eben derselben Berechtigung kann man hier schliefsen, dafs im Coecum ein Absterben lebender Bakterien stattfindet, weil in allen untersuchten Fällen ohne Ausnahme der Sterilitätsindex im Coecum viel höher ist als der des ganzen Dünndarminhalts, selbst dann noch, wenn der Dünndarm in seinen beiden Teilen keine Ingesta enthält, wodurch selbstverständlich dort schon ein bedeutendes Absterben lebender Individuen stattgefunden hat.

Dafs wirklich auch die verschiedenen Ingesta einen verschiedenen Sterilitätsindex besitzen, geht wohl deutlich daraus hervor, dafs z. B. der Sterilitätsindex des ganzen Dünndarms von Kaninchen Nr. 5 (Tabelle XVI) kleiner ist als der von den Kaninchen Nr. 6 und Nr. 7 (Tabellen XX und XXI), obgleich der Dünndarm von Kaninchen Nr. 5 ganz frei von Ingesta war, hingegen das Ileum von Nr. 6 und Nr. 7 wohl einen Speisebrei enthielt. Kurz vor dem Tode müssen also bei Kaninchen Nr. 5 Ingesta durch den Dünndarm gegangen sein, die ohne Zweifel einen viel niedrigeren Sterilitätsindex besafsen als die Ingesta, welche man nach dem Tode im Dünndarm der Kaninchen Nr. 6 und Nr. 7 antrifft. So hat auch der im ersten Teil des Dünndarms von Kaninchen Nr. 4 anwesende Speisebrei (Tabelle XVIII) einen viel kleineren Sterilitätsindex als die Ingesta, welche im Ileum der Kaninchen Nr. 3, 6 und 7 (Tabellen XIX, XX und XXI) vorhanden sind. Wo nun dennoch in allen untersuchten Fällen ausnahmslos im Coecum ein viel gröfserer Sterilitätsindex gefunden wird als im ganzen Dünndarm, da beweist dieses, dafs das Absterben der lebenden Organismen im Coecum in einem solchen starken Grade stattfindet, dafs die dadurch hervorgerufene Steigerung des Sterilitätsindex viel beträchtlicher ist als die Schwankungen, die die Sterilitätsindices der verschiedenen Ingesta aufweisen, welche in einer innerhalb gewisser Grenzen liegenden Periode im Coecum ankommen.

Dickdarm und Rektum. Im übrigen Teil des Colons und des Rektums findet man den Sterilitätsindex nur bei Kaninchen Nr. 7 (Tabelle XXI) gröfser als im Coecum; in allen andern Fällen ist er kleiner geworden. Diese Abnahme des Sterilitätsindex beruht jedoch nicht auf einer Vermehrung der lebenden Bakterien; sie wird im Gegenteil hervorgerufen durch eine Verminderung der Zahl toter Organismen. Der Gehalt an festem Stoff im Dickdarm und Rektum von Kaninchen Nr. 5 (Tabelle XVI) ist gestiegen bis 34,26 und also stark zweimal so grofs als im Coecum; man könnte also hier per Milligramm auch wenigstens zweimal so viel mikroskopisch zählbarer Organismen erwarten. Statt 2 × 68065000 findet man aber nur 17607000, was also beweist, dafs eine bedeutende Zahl toter Bakterien im Dickdarm und Rektum auseinandergefallen und verschwunden ist. Durch dieses Verschwinden abgestorbener Bakterien wird der Sterilitätsindex kleiner; doch ist hier noch eine ansehnliche Zahl der im Coecum übrig gebliebenen lebenden Bakterien abgestorben, da diese Zahl sich auf wenigstens 2 × 70 per Milligramm hätte belaufen müssen, während nur 25 per Milligramm gefunden wurden.

Ein solches Auseinanderfallen und Verschwinden toter Bakterien in gröfserer oder kleinerer Zahl findet man konstant im Colon und Rektum sämtlicher Kaninchen wieder; diese Anzahl geht stets bis Millionen per Milligramm und ist aufserordentlich grofs bei Kaninchen Nr. 3, 6 und 8 und dem ebenerwähnten Kaninchen Nr. 5 (Tabellen XIX, XX, XVII und XVI).

Ebenso wie bei Kaninchen Nr. 5 findet im Colon und Rektum ein Absterben lebender Individuen statt bei den Kaninchen Nr. 6 und Nr. 7 (Tabellen XX und XXI), während bei den übrigen Tieren zwar kein Absterben, aber ebenso wenig eine Vermehrung der Anzahl lebender Organismen konstatiert wird; bei letztern Kaninchen, Nr. 3, 4 und 8, (Tabellen XIX, XVIII und XVII) findet man zwar eine Zunahme der Anzahl lebender Individuen, diese entspricht aber ungefähr dem Grade der Eindickung, welchen der Inhalt des Colons und Rektums dem des Coecums gegenüber erfahren hat.

* * *

Ein Teil der Bakterien, welche im Darmkanal des Kaninchens angetroffen werden, zeigt Abweichungen hinsichtlich des tingierenden Vermögens, wodurch diese Bakterien leicht von noch ganz unveränderten Organismen sich unterscheiden lassen. Diese Abweichungen im farbstoffaufnehmenden Vermögen sind offenbar der Ausdruck von Veränderungen, welche erst nach dem Tode der Organismen in den Körpern der Bakterien aufgetreten sind; dieses geht hervor:

1. Aus den Veränderungen selbst; lebende Organismen, welche getötet und gefärbt werden, zeigen diese Abweichungen nicht; und

2. aus der grofsen Zahl dieser unregelmäfsig gefärbten Organismen im Gegensatz zu der kleinen Zahl anwesender lebender Bakterien (auf biologischem Wege bestimmt).

Neben den dunkel und vollkommen gleichmäfsig gefärbten Bakterien lassen sich im allgemeinen im Darmkanal des Kaninchens drei verschiedene Stadien der Zersetzung unterscheiden:

1. Das Kornstadium, wobei ein oder zwei (selten mehr) dunkelgefärbte Körner in einem übrigens hell gefärbten Stroma des Bakterienkörpers wahrgenommen werden. Diese Körper, oft von ungleicher Gröfse, können an verschiedenen Stellen des Bakterienkörpers gelegen sein, an den beiden Polen des Bacills oder auch wohl an einer oder an den beiden Seitenwänden, im Zentrum des kugelförmigen Organismus oder auch mehr exzentrisch. Zuweilen findet man auch Organismen, deren ganze Oberfläche mit sehr feinen, dunkel gefärbten Körnchen gleichsam bestäubt ist.

2. Das Schattenstadium: die dunkel gefärbten Körner sind nicht anwesend, und das Stroma der Bakterien ist noch heller gefärbt. Die feinen Stäbchen habe ich fast immer im Schatten-, selten im Kornstadium wahrgenommen.

3. Das Membranstadium, wobei das Stroma der Bakterien gar keinen Farbstoff mehr aufnimmt; es bleibt wenigstens nichts anderes übrig als eine fein gefärbte Linie, die noch sehr

deutlich und scharf die Grenze des ursprünglichen Organismus angibt.

Diese Beschreibung gilt nur für die Haupttypen; sehr viele Übergänge werden zwischen denselben angetroffen, besonders im Coecum, wo diese Zersetzungsformen in grofser Zahl und in den am weitesten vorgeschrittenen Stadien anwesend sind. Übrigens findet man dieselben im ganzen Darmkanal vom Duodenum bis an das Rektum.

Die meisten dieser Zersetzungsformen sind dermafsen fragil, dafs sie nur bei der sehr schonenden Behandlung der von mir eingeführten feuchten Färbung wahrgenommen werden; bei Anwendung der Kochschen Färbungsmethode fallen sie, besonders die beiden letzten Stadien, bei der Trocknung der Präparate und der Fixation in der Flamme gröfstenteils auseinander und bilden dann das, was man wohl einmal als Bakteriendetritus beschrieben hat.

Man könnte diese Zersetzungsformen benutzen zur Bestimmung des Sterilitätsindex auf direktem mikroskopischem Wege, wenn nämlich diese Veränderungen sogleich nach dem Tode in den Bakterienkörpern zum Vorschein kommen würden. Dies ist aber der Fall nicht; unmittelbar nach dem Tode sind die Bakterien noch dunkel und gleichmäfsig tingierbar, was in erster Linie schon von selbst erfolgt aus den gewöhnlichen Methoden, welche man anwendet, um gefärbte mikroskopische Präparate zu machen: sowohl bei der trocknen als bei der feuchten Färbung werden die Organismen vor der Tinktion getötet, und dessenungeachtet sind sie stets dunkel und gleichmäfsig gefärbt. Aber weiter findet man überall im Darmkanal des Kaninchens stets eine viel gröfsere Zahl dunkel und gleichmäfsig gefärbter Organismen als der Anzahl lebender, auf biologischem Wege bestimmter Bakterien entspricht.

Die dunkel und gleichmäfsig gefärbten Bakterien umfassen also:

1. Die anwesenden lebenden Organismen, und

2. die Organismen, welche noch nicht lange abgestorben sind und in jener kurzen Zeit noch keine Veränderungen erfahren haben.

Man kann infolgedessen diese mikroskopischen Erscheinungen nicht benützen für die Bestimmungen des Sterilitätsindex, weil man die Fraktion von lebenden Individuen auf diesem Wege nicht bestimmen kann; dennoch ist man in der Lage, diese mikroskopisch wahrnehmbaren Veränderungen zu einem andern Zwecke zu verwerten.

Man könnte der Meinung sein, daſs im Coecum des Kaninchens dennoch eine starke Vermehrung stattfände; handelt es sich darum, irgend eine Rolle zu spielen bei der Digestion, so wäre eine Vermehrung in geringem Grade ohne Bedeutung, für einen solchen Zweck muſs man jedenfalls eine starke Vermehrung annehmen.

Die groſsen absoluten Bakterienzahlen, per Milligramm im Coecum vorhanden, würden dann nicht allein entstehen durch eine Anhäufung im Coecum, gleichsam wie in einem Lager, der Bakterien, welche fortwährend mit den Ingesta aus dem Dünndarm arrivieren, von welchen Ingesta die verdaubaren Bestandteile allmählich resorbiert werden; diese groſsen Zahlen würden somit nicht allein abhängig sein von der Konzentration der Bakterien im Coecum — eine Konzentration, welche übrigens nicht der Zunahme des Gehalts an festem Stoffe im Coecum proportioniert zu sein braucht, weil im Coecum auch noch ein beträchtlicher Teil der festen Stoffe selbst resorbiert wird, im Gegensatz zu dem Rest des Dickdarms und dem Rektum, wo fast ausschlieſslich eine Eindickung des Inhalts zu stande kommt und wo also auch die Bakterienzahl per Milligramm im Verhältnis zu der Vermehrung des festen Stoffgehalts zugenommen haben muſs — aber diese groſsen Anzahlen würden dann auch für einen Teil, und zwar wegen der starken Vermehrung für einen groſsen Teil, der Vermehrung der lebenden Bakterien im Coecum zuzuschreiben sein.

Bei der bisher allgemein gültigen Auffassung, wonach man auf Grund der Zunahme der Zahl kultivierbarer Organismen im Coecum auf eine Vermehrung der Bakterien im Coecum schloſs, hätte man gleichfalls beweisen müssen, daſs jene Zunahme der kultivierbaren Bakterien im Coecum wirklich durch eine Ver-

mehrung verursacht werde, und sich nicht ganz oder teilweise aus einer zugenommenen bakteriellen Konzentration erklären lasse; dieses zu beweisen hat man offenbar für überflüssig gehalten.

Wenn man diese starke Vermehrung im Coecum für einen Augenblick annimmt, so ist man verpflichtet, ein mit dieser starken Vermehrung zusammengehendes noch stärkeres Absterben im Coecum zu acceptieren, weil ja der Sterilitätsindex des Coecalinhalts in allen Fällen viel gröfser ist als der des ganzen Dünndarminhalts.

Auf eine starke Vermehrung kann natürlich sehr gut ein starkes Absterben folgen; in diesem Falle hätte man von dieser kräftigen Vermehrung im Coecum, und wäre auch ihre Dauer sehr kurz, wohl einmal etwas merken und ein einzelnes Mal wenigstens in jenem Teil des Darmkanals einen niederen Sterilitätsindex antreffen müssen. Da dieses nicht vorgekommen ist, mufs man annehmen, dafs die starke Vermehrung mit einem noch stärkeren Absterben zugleich stattfinde, und hiervon kann man sich nicht leicht eine Vorstellung machen; wohl kann eine starke Vermehrung begleitet sein von einem langsamen Absterben und ein starkes Absterben von einer langsamen Vermehrung (z. B. in Kulturen), aber Einflüsse, welche ein starkes Absterben hervorrufen, werden doch in derselben Zeit, wo sie thätig sind, in erster Linie eine kräftige Vermehrung verhindern.

Man braucht sich jedoch mit solchen, auf Analogien basierten theoretischen Betrachtungen nicht zu befassen, wo man in der Lage ist, den unmittelbaren Beweis zu liefern, dafs solch eine mit einem kräftigen Absterben zusammengehende starke Vermehrung im Coecum nicht vorkommt. Denn wäre solches der Fall, so müfste man im Coecum einen sehr grofsen Prozentgehalt Bakterien finden, welche noch nicht so lange abgestorben wären und also im mikroskopischen Präparat noch eine gleichmäfsige dunkle Tingierung zeigten. Setzt man in den verschiedenen Teilen des Darmkanals die Anzahl dunkel und gleichmäfsig gefärbter Organismen den Zersetzungsformen gegenüber fest, so findet man, dafs im Coecum dieses Verhältnis gerade in entgegengesetztem Sinne ausfällt.

Tabelle XXII.

Verhältnis zwischen den gutgefärbten Organismen und den Zersetzungsformen. Kaninchen Nr. 5.

Teile des Darms	Prozentzahl festen Stoffes	In 1 mg bei mikroskop. Zählung anwesend: Gesamtzahl	Zahl der Zersetzungsformen	Anzahl dunkel u. gleichmäfsig gefärbter Organismen	Prozentgehalt der dunkel und gleichmäfsig gefärbten Organismen im Vergleich mit der Gesamtzahl
Dünndarm (oberer Teil)	7,89	530 600	302 600	228 000	43 %
Dünndarm (unterster Teil) . . .	8,49	820 000	435 000	385 000	47 %
Coecum etc. . .	15,61	68 065 000	64 321 000	3 744 000	5,5 %
Dickdarm u. Rectum	34,26	17 607 000	11 168 000		
		[$\frac{34,26}{15,61} \times$ 68065000 = 149 743 000]	[143 304 000]	6 439 000	4,3 %

Bei Kaninchen Nr. 5 (Tabelle XXII) sind im ersten und zweiten Teil des Dünndarms bezw. 43 % und 47 % der mikroskopisch zählbaren Bakterien noch dunkel und gleichmäfsig gefärbt. Im Coecum ist diese Zahl auf $5\frac{1}{2}$ % herabgesunken; bei weitem der gröfsere Teil (mehr als 64 von den 68 Millionen per mg) der zählbaren Bakterien zeigt die bestimmten Merkmale, dafs sie schon seit geraumer Zeit abgestorben sind.

Scheinbar findet man im übrigen Dickdarm und Rectum eine Zunahme der Anzahl dunkel gefärbter Organismen; nur scheinbar, da hier schon eine bedeutende Zahl der in den vorgeschrittensten Zersetzungsstadien verkehrenden abgestorbenen Bakterien auseinander gefallen und verschwunden ist. Berechnet man (wie in Tabelle XXII geschehen) den Prozentgehalt der dunkel gefärbten Bakterien der wirklichen Zahl mikroskopisch zählbarer Organismen gegenüber, welche anfänglich im Dickdarm sich befand (149 743 000 per mg), so erhält man 4,3 %, also noch eine Verminderung im Vergleich mit dem Coecum.

Tabelle XXIII.

Verhältnis zwischen den gutgefärbten Organismen und den Zersetzungsformen. Kaninchen Nr. 6.

Teile des Darms	Prozentgehalt festen Stoffes	In 1 mg bei mikroskop. Zählung anwesend			Prozentgehalt der dunkel und gleichmäfsig gefärbten Organismen im Vergleich mit der Gesamtzahl
		Gesamtzahl	Zahl der Zersetzungsformen	Anzahl dunkel u. gleichmäfsig gefärbter Organismen	
Duodenum u. Jej.	9,53	1 936 000	1 510 000	426 000	22 %
Ileum	12,96	9 334 050	7 374 050	1 960 000	21 %
Coecum etc. . .	22,03	75 295 176	72 848 176	2 447 000	3,25 %
Rectum und Dickdarm	39,45	13 115 374	11 778 374		
		[$\frac{39,45}{22,03}$ × 75295176 = 133 477 000]	[132 142 000]	1 335 000	1 %

Tabelle XXIV.

Verhältnis zwischen den gutgefärbten Organismen und den Zersetzungsformen. Kaninchen Nr. 7.

Teile des Darms	Prozentgehalt festen Stoffes	In 1 mg bei mikroskop. Zählung anwesend			Prozentgehalt der dunkel und gleichmäfsig gefärbten Organismen
		Gesamtzahl	Zahl der Zersetzungsformen	Anzahl dunkel u. gleichmäfsig gefärbter Organismen	
Duodenum u. Jejun.	8,17	726 000	450 200	275 800	38 %
Ileum	11,19	1 244 540	721 840	522 700	42 %
Coecum, etc. . .	22,70	8 193 267	7 046 267	1 147 000	14 %
Dickdarm u. Rectum	35,71	5 565 890	4 277 890		
		[$\frac{35,71}{22,70}$ × 8 193 267 = 12 888 000]	[11 592 000]	1 288 000	10 %

Tabelle XXV.

Verhältnis zwischen den gutgefärbten Organismen und den Zersetzungsformen. Kaninchen Nr. 8.

Teile des Darms	Prozentgehalt festen Stoffes	In 1 mg bei mikroskop. Zählung anwesend: Gesamtzahl	Zahl der Zersetzungsformen	Anzahl dunkel u. gleichmäfsig gefärbter Organismen	Prozentgehalt der dunkel und gleichmäfsig gefärbten Organismen
Duodenum u. Jejun.	6,07	795 135	413 535	381 600	48 %
Ileum	8,37	1 175 394	693 594	481 800	41 %
Coecum, etc. . .	13,84	56 661 550	51 845 550	4 816 000	8,5 %
Dickdarm u. Rectum	28,33	34 605 367	29 966 367		
		[28,33 / 13,84 × 56 661 550 = 115 984 000]	[111 345 000]	4 639 000	4 %

Bei den Kaninchen Nr. 6, Nr. 7 und Nr. 8 (Tabellen XXIII, XXIV und XXV) findet man wieder ganz dieselben Verhältnisse zurück. In den beiden Teilen des Dünndarms, auch dann, wenn Ingesta anwesend sind in einem der beiden Teile (Kaninchen Nr. 6 und 7), findet man stets ungefähr denselben Prozentgehalt dunkel gefärbter Bakterien (die geringen Differenzen liegen bei den relativ kleinen absoluten Zahlen in beiden Richtungen und innerhalb der Fehlergrenzen der Methode); daraus ergibt sich, dafs die Ingesta nur kurze Zeit im Dünndarm verbleiben, wenigstens nicht so lange, dafs, während des Durchzugs, ein deutlicher Unterschied im Prozentgehalt der gut gefärbten Organismen zwischen beiden Teilen des Dünndarms merkbar wäre. Die im Dünndarm bei gegenseitiger Vergleichung der Kaninchen angetroffenen Differenzen, weisen darauf, dafs nicht nur, wie man schon früher gesehen hat, die verschiedenen Ingesta einen verschiedenen Sterilitätsindex haben können, sondern dafs auch die toten Organismen in den aufeinander folgenden Speisebreimassen längere oder kürzere Zeit abgestorben sein können.

Im Coecum bleiben die Ingesta während einer längeren Periode angehäuft, so dafs dort überflüssig Zeit ist, um noch

einen bedeutenden Teil der abgestorbenen, aber noch gut färbbaren Organismen in Zersetzungsformen übergehen zu lassen; im Coecum ist denn auch in allen drei Fällen der Prozentgehalt der dunkel und gleichmäßsig gefärbten Bakterien wieder viel kleiner geworden als im Dünndarm, sogar bei zwei Kaninchen (Nr. 6 und 7) ist per mg die Anzahl gut gefärbter Organismen schliefslich nicht gröfser als etwa der Zunahme des festen Stoffgehalts des Coecalinhalts dem des Dünndarmsinhalts gegenüber entspricht.

Man sieht also im Darmkanal des Kaninchens von oben nach unten die Zersetzungsformen der Bakterien, sowohl hinsichtlich der Quantität als der Qualität, (d. h. die weiteren Zersetzungsstadien in gröfserer Zahl) zunehmen, bis in Dickdarm und Rectum diese Prozesse schliefslich so weit vorgeschritten sind, dafs schon ein grofser Teil der abgestorbenen Bakterien auseinanderfällt und verschwindet.

* * *

Auf Grund der angestellten Untersuchungen kann der Verlauf der Bakterienbevölkerung im Darmkanal des Kaninchens folgenderweise beschrieben werden:

Mit den Ingesta gelangt eine grofse Zahl lebender und toter Bakterien aus dem Magen in den Dünndarm. Indem der Speisebrei fortbewegt wird, stirbt in den von ihm verlässenen Teilen des Dünndarms eine Anzahl lebender Bakterien ab, welche dort zurückgeblieben; sind die Ingesta in das Coecum übergegangen, so vollzieht sich der nämliche Prozefs im untern Teil des Dünndarms. Die Zahl lebender Organismen in den verlassenen Teilen des Dünndarms nimmt fortwährend ab, ohne dafs jedoch eine vollkommene Sterilität erreicht würde; vor dieser Zeit ist wieder eine neue Sendung lebender Bakterien aus dem Magen in dem Dünndarm angekommen.

Im Coecum, Processus vermiformis und Colon ascendens findet weiter ein Absterben der lebenden niederen Organismen in grofser Zahl statt. Die Zunahme der Anzahl kultivierbarer Organismen im Coecum beruht nicht, wie bisher allgemein angenommen wurde, auf einer Vermehrung der lebenden Bakterien, sie wird

hingegen hervorgerufen durch die erhöhte bakterielle Konzentration; diesee erhöhte bakterielle Konzentration hat anfänglich eine noch viel gröfsere Zahl lebender Organismen im Coecum angehäuft, als aus den Kulturproben hervorgeht: ein sehr grofser Teil dieser lebenden Bakterien ist aber wieder abgestorben.

Im Rest des Dickdarms und im Rectum ist ebensowenig eine Vermehrung wahrnehmbar, in manchen Fällen hingegen ein fortwährendes Absterben; eine grofse Anzahl der toten Bakterien fällt auseinander und verschwindet.

Vom Duodenum bis an das Rectum nirgends eine Vermehrung der Bakterien, von Anfang bis Ende den ganzen Darmkanal hindurch (in einzelnen Fällen nur mit Ausnahme des unteren Teiles) eine fortlaufende Vernichtung der lebenden niederen Organismen: die Bakterien im Darmkanal des Kaninchens lassen sich mit einem Heer vergleichen, das durch ein feindliches Land zieht und fortwährend decimiert wird.

Das Mikrobenheer — sich darin von unseren Soldatenheeren unterscheidend, dafs es schon von Anfang an eine grofse Zahl toter Organismen mit sich führt — zieht, nachdem es aus dem Magen gekommen, durch den Dünndarm; die Hauptmacht bewegt sich fort nach den unteren Teilen des Dünndarms, in den verlassenen Teilen überall Posten lebender und toter Organismen zurücklassend. Kaum ist die Hauptmacht vorbeigezogen (wahrscheinlich schon während sie noch im Vorbeiziehen begriffen ist), so werden diese kleinen Posten vom lebenden tierischen Organismus angegriffen: eine beträchtliche Zahl lebender Bakterien wird getötet; es gelingt jedoch nicht, sie alle zu töten. Inzwischen hat die Hauptmacht den Dickdarm in verhältnismäfsig kurzer Zeit erreicht: die Ingesta treten durch die Valvula ileo-cœcalis in das Coecum; auch die im zweiten Teil des Dünndarms zurückgebliebenen Posten werden nun decimiert und infolgedessen wird der Sterilitätsindex dort erhöht. Die grofse Schlacht aber findet statt im Coecum; sobald die Hauptmacht in demselben angekommen ist, wird sie angegriffen, und obgleich vom Magen aus stets wieder neue Truppen längs den ausgemordeten Posten des Dünndarms — auch diese Truppen setzen dort wieder neue

Posten aus, welchen aber dasselbe Schicksal als den vorhergehenden beschieden ist — das Schlachtfeld erreichen, fallen hier doch so viel Soldaten, dafs die Sterbezahl noch viel gröfser wird als im Dünndarm. Das Schlachtfeld des Coecums ist denn auch überdeckt mit einer unzählbaren Menge toter Organismen —, zum Teile herrührend von den zugeführten abgestorbenen Bakterien, zum Teile an Ort und Stelle getötet —, welche in allerlei Zersetzungsstadien verkehren: neben einer Anzahl dunkel und gleichmäfsig gefärbter Bakterien die zahlreichen Korn-, Schatten- und Membranformen.[1]) Endlich der Rest des Dickdarms und das Rectum: sie dienen zur Evakuation des Schlachtfeldes, sowohl für die zahlreichen toten als für die übrig gebliebenen lebenden Bakterien. Erstere gehen auf diesem Wege für einen beträchtlichen Teil noch weiter in Zersetzung über, fallen auseinander und verschwinden; letztere, die lebenden, werden nicht selten auf diesem Wege doch noch zum Teile vernichtet.

Im Coecum, Processus vermiformis und Colon ascendens kommt bei weitem das stärkste Absterben vor; da die Ingesta verhältnismäfsig schnell durch den Dünndarm ziehen, im Coecum hingegen längere Zeit stagnieren, ist die Zweckmäfsigkeit dieser Erscheinung klar. Werden bei einer gleich starken Verdünnung der verschiedenen Teile des Darmkanals die Grade der Vermehrung der darin anwesenden lebenden Organismen untereinander verglichen (Tabelle XXVI), so zeigt sich, dafs die Nachwirkung der Einflüsse, welche während der Lebenszeit des Tieres für ein Absterben der Bakterien im Darmkanal sorgten, im Coecum sich auch am meisten geltend machen.

(Siehe Tabelle XXVI auf S. 172.)

Trotzdem im Coecum anfänglich per Milligramm meistens mehr lebende Organismen anwesend waren als in den übrigen Teilen des

1) Auf der dieser Arbeit beigegebenen Tafel findet man zwei solcher Schlachtfelder aus dem Coecum des Kaninchens wiedergegeben; dieselben sind von Herrn Dr. Vetter auf sehr geschickte Weise gezeichnet worden. Leider sind durch den Druck viele Einzelheiten wieder verloren gegangen; namentlich sind die mannigfachen Farbenintensitäten der Zersetzungsformen auf der in gewöhnlichem Druck wiedergegebenen Tafel nicht zu sehen.

Darmkanals, haben sie sich bei einer und derselben Verdünnung während der nämlichen Zeit im Coecum viel weniger stark vermehrt.

Wo an keiner einzigen Stelle des Darmkanals eine Vermehrung der niederen Organismen wahrnehmbar ist, da kann von einer »Eigen-Flora« des Darmkanals, von einer Unterscheidung zwischen »obligaten« und »fakultativen« Darmbakterien nicht die Rede sein. Man findet denn auch im Verlauf des ganzen Darmkanals die nämlichen Organismenarten vor, in Hauptsache Coli und coliforme Bakterien, wahrscheinlich weil diese Organismen so allgemein verbreitet in der Natur vorkommen und dadurch in grofser Menge mit der Nahrung in den Darmkanal geraten, und weiter, weil sie durch ihre bedeutende Resistenzfähigkeit — was auch schon ihre Ubiquität in der Natur beweist — am längsten den antibakteriellen Wirkungen des Darmkanals sich widersetzen.

Tabelle XXVI.

Schnelligkeit der Vermehrung an verschiedenen Stellen des Darmkanals

Nr. des Kaninchens	Teile des Darms	Zeitdauer bei 37° C.	Verdünnungsgrad	Urspr. Zahl in 1 mg Inhalt	Schlufszahl in 1 mg Inhalt	Anzahl-Male d. Zunahme der urspr. Zahl
8	Duodenum u. Jejun.	9 ½ Std.	1 : 33	1 auf 4 mg	96	384
	Ileum	do.	1 : 33	1 auf 2 mg	673	1 346
	Coecum, etc. . .	do.	1 : 33	6	137	23
	Dickdarm u. Rect.	do.	1 : 33	15	1 195	79
7	Duod. u. Jejunum	20 Std.	1 : 11	1 auf 2 mg	21 000	42 000
	Ileum	do.	1 : 11	3	243 000	81 000
	Coecum, etc. . .	do.	1 : 11	16	108 000	6 750
	Dickdarm u. Rect.	do.	1 : 11	10	130 000	13 000
5	Duod. u. Jejunum	21 Std.	1 : 11	1 auf 3 mg	2 660 000	7 980 000
	Ileum	do.	1 : 11	19	1 543 000	81 000
	Coecum, etc. . .	do.	1 : 11	70	726 000	10 300
	Dickdarm u. Rect.	do.	1 : 11	25	1 831 000	73 000

An Stellen des Dünndarms, wo Ingesta vorhanden sind, findet man meistens auch noch eine Menge anderer Bakterien; diese Bakterien können dann auf den Kulturplatten, sei es z. B. durch die Schnelligkeit, womit sie die Gelatine flüssig machen, sei es durch die bedeutende Zahl, worin sie zufällig anwesend

sind, das Hervortreten der coliformen Bakterien verhindern. Die meisten dieser Organismen besitzen aber im allgemeinen — verschiedenen äufseren Einflüssen gegenüber — eine viel geringere Widerstandsfähigkeit als die Bakterien der Coligruppe und sterben also zuerst ab. Speciell jene Organismen, welche peptonisierende Fermente secernieren und infolgedessen bei ihrem Wachstum die Gelatine flüssig machen, kennzeichnen sich wenigstens den im Darmkanal des Kaninchens wirkenden baktericiden Einflüssen gegenüber durch eine geringe Resistenzfähigkeit. Dies zeigt sich besonders deutlich, wo man, zur Bestimmung des Sterilitätsindex, die in den ingestafreien Teilen des Dünndarms vorhandenen wenigen lebenden Bakterien zur Vermehrung hat kommen lassen. An Stellen, wo sich Ingesta befinden, ist, mit wenig Ausnahmen, fast immer eine gröfsere oder kleinere Zahl verflüssigender Organismen anwesend; in jenen Teilen des Dünndarms, wo diese nämlichen Ingesta gerade durchgezogen sind, findet man hingegen entweder gar keine oder nur einzelne wenige verflüssigende Bakterien. Sind beide Teile des Dünndarms ingestafrei (Kaninchen Nr. 5 und 8), so findet man auf den für die Bestimmung der zweiten Proportionalzahl gemachten Platten, obgleich diese Platten von den beiden Teilen des Dünndarms alsdann meistens gedrängt voll mit Kolonien sitzen, konstant keine einzige verflüssigende Bakterie anwesend; all die verflüssigenden Organismen sind schon abgestorben und die Platten sehen dann ganz aus als Platten hergestellt vom Coecalinhalt, mit Coli- und coliformen Kolonien besetzt.

Im Darmkanal absteigend, verschwinden also die verflüssigenden Kolonien; im Coecum, Processus vermiformis und Colon ascendens wird darum hauptsächlich nur ein Teil der coliformen Bakterien in lebendem Zustand zurückgefunden. Es ist auch eine schon bekannte Thatsache, dafs unter normalen Umständen aus den Faeces (auch von Menschen und anderen Tieren) nur selten verflüssigende Kolonien auf den Gelatineplatten kultivierbar sind.

Da im Darmkanal des Kaninchens Bakterienvermehrung nicht stattfindet, sind auch Fäulnisprozesse in jenem Darmkanal ausgeschlossen; dies ist vollkommen in Übereinstimmung mit der auffallenden Erscheinung, dafs man bei der Öffnung des

Darmkanals des Kaninchens nichts von Fäulnis bemerkt, während doch die Anwesenheit von Fäulnisprozessen im Darmkanal von Omni- und Carnivoren sich sofort durch die dabei gebildeten stinkenden Produkte dokumentiert.

Das Vorkommen der aromatischen Körper im Harn wird in Zusammenhang gebracht mit Fäulnisprozessen im Darmkanal (Baumann[1]), Rovighi[2]) u. a.); beim Kaninchen wird man nach einer andern Erklärung für das Auftreten dieser Körper im Harn suchen müssen[3]). Obgleich ich mich hier mit dieser Frage nicht weiter befassen werde, will ich doch beiläufig auf die Thatsache weisen, daſs ein Teil der aromatischen Oxysäuren gewiſs nicht von Fäulnis im Darmkanal abhängig zu sein braucht [Baumann[4]) bei Hunden, Nuttall und Tierfelder[5]) bei Meerschweinchen]. Auch fand Blumenthal[6]) bei hungernden Kaninchen doch Indikan im Harn, was auch der Fall war nach Phloridizin-Injektion, wenn die Kaninchen in Stickstoffgleichgewicht verkehrten. C. Lewin[7]) sah ebenfalls der Phloridizindiabetes von unterernährten Kaninchen konstant begleitet von einer Zunahme der Phenol- und Indikan-Ausscheidung.

Von mehreren Untersuchern wurde mit Gewiſsheit gezeigt, daſs die Cellulose im Darmkanal von Herbivoren resorbiert werden kann; man hat bis jetzt angenommen, daſs diese Resorption zu stande komme durch die Wirkung der lebenden niederen Organismen, da die Cellulose den Experimenten zufolge von Digestionssekreten nicht angegriffen wird und auſser dem tierischen

---

1) Baumann, Zeitschr. f. physiol. Chemie, 1886, Bd. 10, S. 123.

2) Rovighi, Zeitschr. f. physiol. Chemie, 1892, Bd. 16, S. 20.

3) Könnten vielleicht hierbei die in so groſser Zahl im Dickdarm auseinandergefallenen Bakterienkörper eine Rolle spielen?

4) a. a. O.

5) a. a. O.

6) Blumenthal, Physiologen-Gesellschaft in Berlin, Sitzung vom 31. Januar 1902.

7) C. Lewin, Über die Bildung von Phenol und Indoxyl im intermediären Stoffwechsel und deren Beziehung zur Glycuronsäure-Ausscheidung. Beitr. z. chem. Physiol. u. Pathol. Zeitschr. f. d. gesamte Biochemie, Bd. I, S. 472. Neuerdings sind die Lewinschen Untersuchungen allerdings in der nämlichen Zeitschrift (Bd. II, S. 217) von Paul Mayer angefochten worden.

Körper durch verschiedene Bakterienarten in Lösung übergeführt werden kann. Nun sich herausgestellt hat, dafs die Bakterien im Darmkanal des Kaninchens sich nirgends vermehren, ist die Weise, worauf bei diesem Tier die Cellulose resorbiert wird, näher zu erforschen.

Und schliefslich die letzte Frage, von grofser Bedeutung für die physiologische Bakteriologie des Darmkanals, haben nämlich die Mikroorganismen im Darmkanal des Kaninchens bei der Digestion eine Rolle zu erfüllen?

Tabelle XXVII.

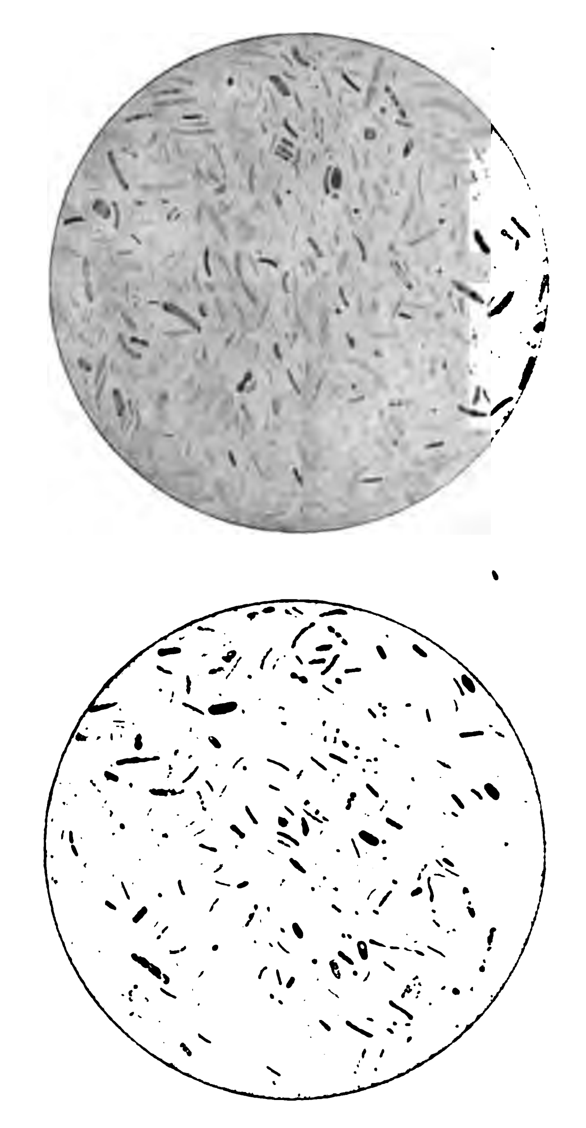
Rolle der Bakterien bei der Digestion im Darmkanal des Kaninchens.

Kaninchen	Inhalt in g	Gesamtzahlen im ganzen Darmkanal		Sterilitätsindex des ganzen Darminhalts	Auf 1 Million toter Organismen sind lebend
		Mikroskopisch gezählt	Kultiviert		
Nr. 1	70	945 727 500 000	14 651 000	64 549	15
» 2	125,250	2 784 775 050 000	14 298 700	194 756	5
» 3	104	5 229 126 108 000	11 774 025	444 123	2
» 4	151,700	669 801 285 000	5 736 732	116 755	8
» 5	142,500	7 743 706 142 000	8 100 375	955 967	1
» 6	133	6 527 707 536 000	1 388 124	4 702 538	0,2
» 7	201	1 104 286 623 000	2 199 748	502 004	2
» 8	128,750	6 186 609 671 000	723 714	8 548 417	0,1

Wenn man auf folgende Thatsachen achtet:

1. An keiner einzigen Stelle kommt eine Vermehrung, hingegen in nahezu dem ganzen Darmkanal ein Absterben lebender Bakterien in starkem Grade zu stande.
2. Die sehr kleine Zahl lebender Bakterien hinsichtlich der Grammenzahl des Darminhalts (Tabelle XXVII), und
3. die sehr kleine Zahl lebender Bakterien im Vergleich mit der grofsen Anzahl toter, besonders ersichtlich aus den grofsen Sterilitätsindices des ganzen Darmkanals und aus der geringen Anzahl lebender Bakterien, die auf eine Million toter Organismen angetroffen wird (Tabelle XXVII),

so ist man genötigt, den Bakterien irgendwelche Rolle bei der Digestion im Darmkanal des Kaninchens abzusprechen.



Zersetzungsformen im Coecum des Kaninchens. (Nach Zählungspräparaten.)

Hygienische Untersuchungen über Mehl und Brot.

XI. Über die Bedeutung der Schälung und Zermahlung des Getreides für die Ausnutzung (Avedyk- und Steinmetzverfahren).

Nebst einigen Versuchen über die Bedeutung des Weizenmehlzusatzes zum Roggenbrot.

Von

Prof. Dr. **K. B. Lehmann.**

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

I. Einleitung und Methodik.

Vor mehreren Jahren ersuchte mich Herr Stefan Steinmetz, früher in Leipzig-Goblis, ihm behilflich zu sein, klar zu werden über die thatsächliche Bedeutung der von ihm erstrebten Reform des deutschen Brotes. Da Herr Steinmetz der festen Überzeugung war, eine höchst wichtige Sache gefunden zu haben[1]), die er aber ohne Mithilfe der Wissenschaft nicht durchführen könne, so hielt ich es für meine Pflicht, einige Ausnutzversuche mit seinen Mehlen zu machen. War doch, als diese Arbeiten begannen, die Frage der rationellsten Bereitung von Roggenmehl zur Massenernährung bei weitem nicht entschieden und durchaus wahrscheinlich, dafs die zu erhaltenden Resultate von allgemeinem Interesse sein müfsten. Aus dem gleichen Grunde habe ich auch eine Probe des mit lebhaftester Reklame auf den Markt gebrachten Avedykbrotes untersucht[1]).

Die Methode der Untersuchung entfernt sich in nichts von der der üblichen Ausnutzungsversuche, die Abgrenzung geschah

---

1) Die Publikation dieser Untersuchungen hat sich z. T. durch andere Pflichten verschoben, ich wollte mich aber auch im Interesse von Steinmetz mit der Mitteilung dieser, seinen Erwartungen doch nur teilweise ent-

durch Milchkäsekot und war fast ausnahmslos tadellos. Der Brotversuch dauerte stets zwei Tage; aufser 500 g Brot — frisch und rindenfrei — wurde pro die 500 resp. 450 g Fleisch, 45 g Fett und $^3/_4$ l Bier, Wasser ad libitum gegeben. Die Versuche stellten, da es schwer hielt, gegen Geld zuverlässige Personen zu erhalten, meine damaligen Assistenten Dr. Neumann, Lang und Dr. Mann in liebenswürdiger Weise an sich an. Dieselben waren gesunde Männer im Alter von 26—33 Jahren. Speziell erfreuten sie sich alle einer sehr guten Verdauung.

In dem einen Avedykbrotversuch hat Dr. R. O. Neumann mir bewiesen, dafs er durch rasches Trinken eines gröfseren Quantums von ungekochter Milch in nüchternem Zustand eine kurze Diarrhöe hervorrufen könne, welche den Darm vollständig entleert und die die Abgrenzung gegen eine erste Milchkotprobe ersetzt.

Bei der Berechnung der Versuche habe ich mich diesmal auf die allgemein übliche Form beschränkt, die angibt, wie viel Prozent der aufgenommenen Trockensubstanz, des aufgenommenen Stickstoffes u. s. w. im Kote erscheinen. Ich habe die früher (dieses Archiv) von mir ausgeführte doppelte Berechnung, in der ich auch den wirklichen Verlust an eingeführter Nahrung (durch Subtraktion des Darmkotes bei Hunger vom Versuchskot· zu ermitteln suchte, aufgegeben, da namentlich durch die Arbeiten von Prausnitz und seiner Mitarbeiter jetzt feststeht, dafs der Kot bei Nahrungsaufnahme sehr viel gröfsere und keineswegs gleichmäfsige Beimischungen von Darmsekreten erhält, als man früher annahm, Beimengungen, welche den Hungerdarmkot an Menge weit übertreffen. Den Ausdruck »Ausnutzung« habe ich beibehalten, will ihn aber im Sinne von Prausnitz verstanden wissen.

Die Ausnutzung der Cellulose habe ich nicht weiter berücksichtigt, weil ich durch die Arbeit meines Schülers Dr. Mann

---

sprechenden Resultate nicht beeilen. Die Verzögerung ist der Arbeit zu Gute gekommen, denn ich kann jetzt das reiche Thatsachenmaterial der gründlichen Arbeit von Plagge und Lebbin »Untersuchungen über Soldatenbrot 1897« mit verwerten.

(Arch. f. Hyg. H. XXXVI. 158) feststellen lassen konnte, dafs die Weender-Methode wesentlich zu grofse Cellulosemengen im Kote vortäuscht.

2. Das Avedyk-Desgoffe-Vollbrot. (Antispireverfahren.)

Die herzlich schlechten Resultate, die ich über die Ausnutzung des Gelinckroggenbrotes erhielt und in Bd. XXI, S. 247 dieses Archives mitgeteilt habe, machten es mir von vornherein wahrscheinlich, dafs auch die neue Auflage des Gelinckbrotes, die von England aus mit gewaltiger Reklame bei uns verbreitet wird, nicht besser sein würde. Um objektiv zu sein, habe ich aber auch dieses Brot untersucht, zumal da es sich hier um ein »Weizenvollbrot« handelte und nach den Resultaten von Prausnitz und Menicanti es möglich erschien, dafs die Ausnutzung eines Weizenvollbrotes die eines Roggenvollbrotes überträfe.

Aus dem vom Standpunkt der sozialen Hygiene nicht uninteressanten Prospekt teile ich folgende charakteristische Angaben mit:

Eine englische Aktiengesellschaft »The N. A. P. Bread Company Limited« mit einem Aktienkapital von 5 Mill. Mark, das zu 112 1/2 ausgegeben wurde, hat für England das Patent[1]) erworben und verspricht sich ein grofsartiges Geschäft mit diesem Brot zu machen. Da für 1 Pfund Getreide von den Brotfabrikanten für die Überlassung der Licenz 1/2—3/4 Penny, also etwa 4—6 Pf., zu zahlen sind, so rechnet der Prospekt unter bescheidenen Annahmen aus, dafs das Aktienkapital sich mit wenigstens 20% verzinsen müsse! Dafs in der Verteuerung des Getreides um 4—6 Pf. eine Verteuerung des Brotes um 3—5 Pf. per Pfund inbegriffen ist, geniert die Aktiengesellschaft nicht. Da aber ein Pfund Roggenbrot z. Z. etwa 12 Pf. kostet, so bedeutet die Avedyksche Aktiengesellschaft einen Versuch, das Brot um 25—40% zu verteuern. Man wird einwenden, das so einfache

1) Die Erfinder haben ihr Patent für England um 4400000, für Frankreich und Rufsland mit je 6400000 M. verkauft, also bisher über 17 Millionen Mark dafür gelöst, wenn es wahr ist!

Avedykverfahren, das die ganze komplizierte Mehlbereitung erspare, erlaube eine so billige Brotherstellung, dafs trotz der hohen Licenzgebühr das Brot kaum verteuert werde — ein Einwand, der sich aber leicht widerlegen läfst. Es ist ganz unmöglich, dafs das Korn durch die jetzt übliche Methode der Mehlbereitung auch nur annähernd so verteuert wird wie durch die Licenzgebühren. Ein erheblicher Preisaufschlag wird unter allen Umständen auch in rationell arbeitenden Brotfabriken nötig sein, die obige Licenzgebühr zahlen.

Sehen wir uns nun an, was das neue Brot als Äquivalent für diese Verteuerung bietet.

Hergestellt ist das Brot laut Prospekt offenbar analog dem Gelinckbrot[1]) unter »Umwandlung des ganzen Kornes in Brotteig durch eine einzige Operation«. In dem Prospekt heifst es: Die Maschine verwandelt das Brot in einen so feinen Teig, »dafs in demselben nicht eine Spur der Fasersubstanz, Kleie genannt, sichtbar bleibt[1])«.

Übereinstimmend mit dieser Behauptung lauten eine Reihe (auch deutscher) Zeugnisse, die verdienten, etwas niedriger gehängt zu werden. Ich nehme davon nur Abstand, weil ich aus Erfahrung weifs, wie sehr solche Zeugnisse gelegentlich umgemodelt werden, ehe sie gedruckt werden und zweitens weil unter den Zeugnisausstellern keine in Deutschland anerkannte Autorität auf dem Gebiete der Ernährungslehre sich befindet. — Es sei nur kurz gesagt, dafs der hohe Gehalt an Eiweifs und Phosphorsäure, die äufserst feine Zerteilung der Kleie (so dafs deren Strukturteile selbst unter dem Mikroskop und unter Anwendung der gewöhnlichen Reagentien nicht zu unterscheiden sind!), die ideale Ausnutzung (circa 99%!) von den einzelnen Begutachtern sehr gelobt werden. Manche empfehlen es geradezu als Krankenkost. Auf irgendwelche solide wissenschaftliche Versuche bezieht sich übrigens keines dieser Gutachten, immerhin machten sie mich doch sehr neugierig, diese neueste Brotverbesserung kennen zu

1) Einige Angaben über die maschinelle Einrichtung, siehe bei Pagliani. Hyg. Rundschau 1898, S. 746.

lernen, die gleichzeitig dem Volkswohl aufhelfen, den Erfinder zum vielfachen Millionär machen und eine grofse Zahl von Aktionären bereichern sollte.

Versuch XXVIII und XXIX.

(Avedyk-Vollbrot.)

Am 23. Juni 1897 erhielt ich durch Herrn Bruno Wilhelmi, Berlin-Charlottenburg, Englische Strafse 24, 8 Pfund des »Avedyk-Vollbrotes« aus Weizen hergestellt. Dasselbe ist in viereckige Laibe geformt, zeigt eine ziemlich dunkle Farbe, eine nur an der Oberseite und auch da schlecht entwickelte Kruste, die fast allmählich in die übrige Brotmasse übergeht. Das Porenvolum ist gering, die Acidität mäfsig, sie betrug für 100 g frisches Brot 7 ccm Normalsäure. Schon für das blofse Auge verrät sich die geringe Zerkleinerung des Korns und der hohe Kleiegehalt des Brotes. Das Brot schmeckt und riecht angenehm, die Kleie macht sich aber sehr unangenehm bemerklich, beide Versuchspersonen klagen über stumpfes Gefühl an den Zähnen und die Empfindung, als ob Sägespäne im Brote enthalten wären. Das Brot zerfällt im Munde leicht in sandige Partikel, die sich überall festsetzen und schwer zu schlucken sind, mit reichlichem Fett oder Getränk ist der Genufs sehr viel leichter. Auch beim blofsen Zerschneiden mit scharfem Messer fallen aus der Mitte des Brotes stets Krümel heraus, ein Beweis für die geringe Kohäsion der Teilchen.

In der Krume des Brotes waren 40% Wasser und 60% Trockensubstanz.

In der Trockensubstanz waren

2,0% Stickstoff,
2,9% Cellulose,
4,2% Asche[1]).

L. verzehrte in den beiden Versuchstagen zusammen 1000 g rindenfreies Brot, 900 g Fleisch, 90 g Butter, 1 1/2 l Bier, Wasser ad libitum.

---

1) Darin 2% Kochsalz.

Einnahmen von L.:

	im Brot	im Fleisch	in der Butter	Summa
Trockensubstanz . . .	600,0	225,0	76,5	901,5
Stickstoff	12,35	31,5	0,1	43,95
Cellulose	17,5			17,5
Asche	25,2			

N. genofs die gleiche Kost, nur statt 900 g Fleisch blofs 700 g, weil ihm erstere Menge zu viel war, also:

Einnahme von N. in Summa:

Trockensubstanz	851,5
Stickstoff . .	36,95
Cellulose . .	17,5
Asche . . .	25,2.

Versuch XVIII.

(Avedykbrot.)

Versuchsperson L. Fleisch- und Brotkost am 1. u. 2. Juli 1897. Am 30. Juni und 4. Juli Milchkot. Abgrenzung am 1. Juli sehr gut, am 4. dagegen ist die letzte Portion (10,5 g lufttrocken) mit etwas Milchkot gemischt.

Kot ist durchweg halbfest.

Auf den eigentlichen Versuch fallen folgende Kote:

Datum	Zeit	Gewicht		In 100 g lufttrocknen Kotes sind				In 100 g frischem Kot sind Normalsäure
		frisch	lufttrocken	Trock.-Subst.	Asche	Stickstoff	Cellulose	
1. VIII.	8h p. m.	116	19,0	95,9	11,13	4,5	14,0	3,2
2. VII.	7h p. m.	81	20,0					2,8
3. VII.	12h m.	210	49,0					3,6
3. VII.	7h p. m.	105	21,0					2,4
4. VII.	4h p. m.	47	10,5 resp. 7,0 [1])					—

Summa: 116 + 3,1[2]) = 119,1 g lufttrockener Kot.

1) An den Kot V schlofs sich tadelloser Milchkot, doch ist Kot V selbst als Mischkot zu bezeichnen. Berechnet man aus seinem Aschegehalt 16,48, dem Aschegehalt des Milchkotes (27%) und dem des Brotkotes (11,13%) seinen Gehalt an Brotkot, so findet man rund 7 g Brotkot.

2) Die 3,1 g sind zuzuzählen für die 4 mal 5 g frischen Kots, die zur Titrierung verwendet wurden.

Es wurden also ausgeschieden:

Trockener Kot .	113,75
Stickstoff . . .	5,36
Cellulose . . .	16,67
Asche	13,26.

Es fehlten an der vollständigen Ausnutzung

	des Brotes	der Gesamtnahrung
Trockensubstanz	18,96 %	12,62 %
Stickstoff	43,4 %	12,2 %

Versuch XIX. (Avedykbrot.)

Versuchsperson N. Fleisch und Brotkost am 1. u. 2. Juli 1897. Am 30. Juni und 4. Juli Milchkot. Abgrenzung beide Male gut gelungen.

Kot ist durchwegs halbfest.

Auf den eigentlichen Versuch fallen folgende Kote:

Datum	Zeit	Gewicht	In 100 g lufttrocknen Kotes sind				In 100 g frischem Kot sind Normalsäure
			Trockensubstanz	Asche	Stickstoff	Cellulose	
1. VII.	3h p. m.	12,5	96,71	11,0	4,68	16,1	9,2
1. VII.	nachts	40,7					8,0
2. VII.	5h p. m.	21,0					8,0
3. VII.	6h p. m.	45,5					—

Summa: 119,7

Es wurden also ausgeschieden:

Trockener Kot	117,6
Asche	13,38
Stickstoff . . .	5,69
Cellulose . . .	19,58.

Es fehlen an der vollständigen Ausnutzung:

	des Brotes	der Gesamtnahrung
Trockensubstanz	19,6 %	13,8 %
Stickstoff	46,1 %	15,4 %

Aus dieser Darlegung folgt:

Die Ausnutzung der Gesamttrockensubstanz ist eine sehr schlechte. Der Kot beträgt 19,6 und 19 % des eingeführten Brotes, Werte, die ganz denen entsprechen, die früher von mir für Gelinckbrot aus ungeschältem Roggen erhalten worden waren 18,4 und 18,9. Als Ausnutzung der Gesamttrocken-

substanz der Nahrung wurde diesmal 12,6 und 13,8, damals 13,1 und 13,6 gefunden. Geschälter Roggen nach Gelinck's Patent ergab dagegen nur Verlust von 15,2 und 16,1 der Brottrockensubstanz resp. von 8,1 und 9,7 der Gesamttrockensubstanz, d. h. die Ausnutzung des Avedyk-Weizenbrotes steht auf der alleruntersten Stufe der Brote — jedenfalls hat auch seine Herstellung aus Weizen seine Ausnutzbarkeit nicht verbessert.

Die Ausnutzung des Stickstoffs mit 43,4 und 46,1 % Verlust ist als befriedigend zu bezeichnen, wobei aber der hohe Stickstoffgehalt (2 %) der Brottrockensubstanz zu berücksichtigen ist.

Ich fand für geschälten Roggen, nach Gelinck verarbeitet, 45,8 und 50 % Stickstoffverlust, Wicke und Bischoff für schwere niederdeutsche Schrotbrote 46,6 und 42,3, Pannwitz für Gelinckbrot aus einem ungeschälten Gemisch von 1/5 Weizen und 4/5 Roggen 50 % Verlust; vielleicht wäre nach diesen Zahlen ein Roggenbrot, nach dem Avedykverfahren hergestellt, noch etwas schlechter ausgenutzt worden.

Unser Urteil über das mit soviel Reklame angepriesene Brot lautet: Das Brot stellt hygienisch ebensowenig wie das Gelinckbrot einen Fortschritt dar — die Angaben der von der Reklame mitgeteilten Begutachter schweben vollkommen in der Luft. Da verschiedene Kreise grofse Gewinne an dem Brot machen wollen und gemacht haben, so mufs es aufserdem viel erheblicher verteuert werden als durch das bisher übliche Brotbereitungsverfahren. Mit dem Gelinckverfahren teilt das von Avedyk den Vorteil, Getreidevorräte unverarbeitet lagern und ohne Mahlen verarbeiten zu können, was militärisch wichtig sein könnte.

Mit dem Resultat meiner Untersuchung wären die inzwischen publizierten Versuche von Prof. Pagliani zu vergleichen, welcher für das Avedykbrot zu günstigen Ergebnissen gelangt sein wollte (Rev. d'hygiène 1898 Nr. 5). Die ernsthafte, ausführliche und sorgfältige Kritik, die Serafini der ganzen, an Versehen sehr verschiedener Art reichen Arbeit hat zu teil werden lassen (Hyg. Rundschau 1898, S. 746), enthebt mich, auf dieselbe einzutreten; nur einen Punkt, den Serafini nicht erwähnte, will ich noch hinzufügen. Bei seiner Anerkennung des hohen Stickstoff-

gehaltes des Avedykbrotes (1,3 und 1,58 %), welchen er höher findet als die des Kommifsbrotes (1,15 %) und des gewöhnlichen Weifsbrotes (1,07 %), scheint der Autor ganz vergessen zu haben, dafs hier Brot aus ganz verschiedenem Getreide vorlag, und dafs der wechselnde Eiweifsgehalt des Getreides allein ausreichte, um noch viel gröfsere Differenzen als die hier erwähnten zu erklären.

3. Vergleichende Untersuchungen über die Ausnutzung von Gebäck aus Steinmetzroggenmehl und gewöhnlichem Roggenmehl.

Das Verfahren von Steinmetz besteht darin, dafs das mit Tarar und Trieur von Unkrautsamen vorgereinigte Getreide in Wasser gebracht wird, in dem leichte Teile schwimmen, Steinchen und Eisenteile zu Boden sinken. »Das gewaschene Getreide wird dann durch die Steigschnecke gehoben und in der Zentrifuge von dem überflüssigen Wasser befreit. Von da fällt es in die auf der eigentlichen Enthülsungsmaschine im unteren Stockwerk befindlichen Weichschnecken, die es ununterbrochen den Enthülsungsmaschinen zuführen. Diese arbeitet mit stumpfen Buckelblechscheiben, drückt einesteils die Hüllen ab und ermöglicht anderseits, dafs die losgelösten Hüllen vom Exhaustor sofort entfernt werden. Da die ganze Waschung und Netzung so flüchtig vor sich geht, dafs nur die äufseren Hüllen durchweicht werden, so ist das Getreide nach Entfernung der Hülsen völlig trocken und verläfst mahlfähig die Maschine.« Die ganze Arbeit vom Beginn des Waschens bis zum Erscheinen des trockenen Getreides und der — durch eine Dampfschnecke — getrockneten Hüllen dauert 5—20 Minuten.

In dieser Enthülsung verliert das Getreide nur »die äufserste Fruchthaut, d. h. etwa 3 % seines Gewichtes. Dieselbe besteht nach einer eigenen Analyse [1]):

Stickstoff = 2,1 %,
Cellulose = 11,3 % (Weendermethode),
Asche = 3,92 %,

---

1) Das geschälte Getreide zeigte gleichzeitig: Stickstoff 1,83 %,
Cellulose 3,37 %
Asche . 2,18 %.

ist also für den Menschen sicher wertlos und ihre Entfernung gewifs zweckmäfsig.

Eine zweite Frage ist, ob dies auf feuchtem Wege und durch Enthülsen gereinigte Getreide freier von Schimmelpilzen, Brandpilzen und Spaltpilzen ist als das auf dem üblichen trocknen Wege durch Entspitzen, Abbürsten, Wind u. s. f. gereinigte Getreide.

Steinmetz ist davon überzeugt und beruft sich in seinen zahlreichen Schriften[1]) mehrfach auf ein günstiges Urteil von Prof. Dr. Franz Hofmann in Leipzig. Ich habe hierüber eigene Untersuchungen nicht angestellt, zum Teil, weil es bisher einer sorgfältigen Arbeit meines Schülers Dr. Dietzel trotz aller Mühe nicht gelingen wollte, mit den üblichen nach allen Richtungen modifizierten Plattenmethoden ein Verfahren zu gewinnen, nach dem Mehl wirklich zuverlässig auf seine Pilzzahl untersucht werden konnte. Anderseits unterblieben die Untersuchungen, weil es ohne weiteres klar war, dafs in der Furche des Getreidekerns eine Anzahl Organismen zurückbleiben müssen, die auch die Waschung und Schälung nicht entfernt. Daraus geht ohne weiteres hervor, dafs auch Steinmetzmehl Organismen enthält, die sich — wenn einmal die Bedingungen für ihre Vermehrung günstig sind — auch vermehren werden, gerade so, als ob von Hause aus noch mehr Bakterien vorhanden gewesen wären. Es wird also wohl ceteris paribus Steinmetzmehl vielleicht langsamer, schliefslich aber ebenso verderben wie anderes, wenn es nicht genügend sorgfältig aufbewahrt ist.

Meine Versuche mit Steinmetzmehl zerfallen in zwei Gruppen. Im Sommer 1896 untersuchte ich, aus Schweizer Roggen hergestellt:

1. Mehl mit 94proz. Ausbeute nach Steinmetzart hergestellt. Da der Schälverlust etwa 3%, der Mahlverlust (Staub.

1) Auf die Schriften von Steinmetz näher einzutreten: »Reform der Brotbereitung.« »Die Brotwährung durch die Reform der Brotbereitung etc.« dürfte nicht lohnen. Auf dem Gebiete der Ernährungsphysiologie ist Steinmetz trotz seiner fleifsigen Studien nicht Fachmann, und meine Ansichten über seine sozialpolitischen Vorschläge sind anderseits auch die eines Laien.

Wasser) etwa 3 % beträgt, so ist dies also ein Mehl, welches das ganze Korn mit Ausnahme der äufsersten holzigsten Kleieschicht enthält. Versuch XX, XXI und XXII der ganzen Reihe.

2. Mehl mit 72proz. Ausbeute, d. h. 25proz. Kleieabsonderung aus dem gleichen Roggen dargestellt nach den Methoden, wie sie in unsern gewöhnlichen Mühlen üblich sind. Versuch XXIII und XXIV der ganzen Reihe.

Im Sommer 1897 prüfte ich aus schlesischem Roggen hergestellt:

1. Mehl mit 82proz. Ausbeute nach Steinmetz hergestellt. Es ist dies also ein Mehl mit 3 % Mahlverlust, 3 % Schälkleie und 12 % Mahlkleieentfernung, also mit dem gleichen Kleienauszug wie das preufsische Soldatenbrot.
2. Mehl mit 62proz. Ausbeute in alter Weise aus dem gleichen Roggen hergestellt, d. h. ein Mehl mit 35 % Kleieauszug — eine Mischung von Mehl 0 und Mehl I nach der schlesischen Bezeichnung. Neben den 62 % Mehl wurden noch 5 % Futtermehl für Schweine und 30 % Kleie erhalten.

Die Mehle und Kontrollmehle habe ich von Steinmetz persönlich erhalten und die Verantwortung für die Übereinstimmung der Ware mit der ihr beigelegten Bezeichnung fällt ihm zu.

Versuchsgruppe I mit Steinmetz- und gewöhnlichem Roggenmehl
(Versuch XX—XXIV.)

Der Schweizer Roggen, aus dem die beiden folgenden Brotresp. Mehlsorten hergestellt sind, zeigte folgende Zusammensetzung in der Trockensubstanz:

Stickstoff = 1,61 %
Cellulose = 2,44 %
Asche = 2,12 %.

Nach der Schälung mit dem Steinmetzverfahren enthielt er in der Trockensubstanz:

Stickstoff = 1,63 %
Cellulose = 1,90 %
Asche = 1,85 %.

A. Versuche mit Brot aus Steinmetz-Roggenmehl mit 94% Ausbeute (Versuch XX, XXI, XXII).

Das Mehl war hergestellt aus Schweizer Roggen. **Farbe** durch zahllose kleine einzeln kaum deutlich sichtbare Fragmentchen von Kleie etwas bräunlich. Zwischen den Fingern fühlt sich das Mehl etwas griesig an.

Siebanalyse:

Auf einem Sieb von	1,25 mm	Maschenweite bleibt	0
	0,6	»	2,3
	0,5	»	5,9
	0,2	»	37,8
Durch das Sieb von	0,2	» fallen	54,0
			100,0

Es sind also 46% der Teile gröber als 0,2 mm.

Das Mehl enthielt 13,0% Wasser, in der Trockensubstanz 1,75% Asche.

Beschaffenheit des Brotes: Flache Kuchen, 1850 g schwer, gröfste Höhe 8—9 cm, Durchmesser 23 cm, sehr kleinporig. Das Brot ist kräftig sauer. 100 g verbrauchen zur Neutralisierung 12,5 ccm Normalnatronlauge (Indikator Phenolphthalein). In dem Brote waren: 43,3% Wasser und 56,7% Trockensubstanz (in der Krume). In der Trockensubstanz: 1,65% Stickstoff und 2,33% Cellulose.

Von diesem Brote verzehrten Herr N. und Herr L. in zwei Tagen 1000 g ohne Rinde, dazu 900 g Fleisch, 90 g Butter, 1 l Bier, Wasser und Salz ad libitum. Oder:

	im Brot	im Fleisch	in der Butter	Summa
Trockensubstanz . .	567	225,0	76,5	868,5
Stickstoff	9,4	31,5	0,1	41,0
Cellulose	13,2	—	—	13,2

An der einen Versuchsperson N. machte ich vier Wochen später mit dem gleichen Brot noch einen Ausnutzungsversuch. Das Brot, das sehr hart geworden war, wurde mit Wasser

bestrichen und nochmals in den Backofen gethan. Dabei erhielt es wieder eine ganz frische Beschaffenheit, doch zeigte die Analyse, dafs es jetzt nur 33,3 % Wasser, also 66,7 % Trockensubstanz enthielt.

Es wurde also verzehrt (Kostmenge wie oben):

	im Brot	im Fleisch	in der Butter	Summa
Trockensubstanz . .	667	225	76,5	968,5
Stickstoff	11,0	31,5	0,1	42,6
Cellulose	15,5	—	—	15,5.

Versuch XX.

Versuchsperson L. Brot und Fleisch wie oben am 8. und 9. Juni 1896. Am 7. und 10. Juni Milch und Käse. Vorkot. Am 9. Juni abends: 140 g heller Milchkot in groben Stücken, dann 17 g hellgelber dünner Kot mit deutlichen Milchkotbröckchen. Durch die irrtümliche Beseitigung dieses Kotes ohne Untersuchung kann ein Minus an Brotkot von höchstens 1—2 g Trockensubstanz bedingt sein, da dieser Kot nur Spuren Brotkots einschlofs.

Auf den eigentlichen Versuch fallen folgende Kote:

	Gewicht		In 100 g lufttrockenen Kotes sind				In 100 g frischen Kotes sind ccm Normalsäure
	frisch	lufttrocken	Trockensubstanz	Asche	Stickstoff	Cellulose	
Kot A. Halbfester brauner Kot ohne jede Spur Milchkot 10. VI. früh 9h	100	15,7					
Kot B. Halbfester brauner Kot . . . 11. VI. früh 9h	220	39,9	91,7	10,43	5,79	4,06	4,0
Kot C. Halbfester Brotkot, scharf abzugrenzen von hartem Milchkäsekot . . . 12. VI. früh 9½h	90	24,2					
Summa	410	79,8					

Am 12. Juni abends 6¾ Uhr erschienen nochmals 140 g Milchkot, von denen 22 etwas weicher und dunkler eine Beimischung von Brotkot argwöhnen liefsen.

Die Analyse ergab indes im lufttrockenen Kot (5,6 g) nur 3,92 % Stickstoff und 24,24 % Asche; Zahlen, welche fast genau auf den reinen Milchkot mit 3,6 % Stickstoff und 27 % Asche stimmen. Es wurden also die 22 g als Milchkot betrachtet.

Aus den obigen Daten berechnet sich für den Gesamtkot des Versuchs:

Trockensubstanz	73,3 g
Stickstoff . . .	4,6
Cellulose . . .	3,73.

Es fehlen somit an der vollständigen Ausnutzung:

	des Brotes	der Gesamtnahrung
Trockensubstanz . .	12,8 %	7,6 %
Stickstoff	48,9 %	10,8 %

Versuch XXI.

Versuchsperson N. Brot- und Fleischkost am 8. und 9. Juni 1896. Am 7. und 10. Juni wenig Milch und Schweizerkäse. Am 8. Juni abends reiner Milchkot.

Auf den Versuch selbst fielen folgende Kote:

	Gewicht		In 100 g lufttrockenen Kotes sind				In 100 g frischen Kotes sind ccm Normalsäure
	frisch	lufttrocken	Trockensubstanz	Asche	Stickstoff	Cellulose	
Kot A. Braungelb, weich, einige Milchkotbröckel sorgfältig entfernt . . . . . 9. VI. abends 5h 45′	108	15,7	92,6	9,21	4,4	9,01	17,0
Kot B. Halbweich, dunkelbraun . . . 10. VI. mittags 4h 15′	100	21,0	91,54	8,11	6,0	5,88	
Kot C. Halbfest, bräunlich . . . . 11. VI. abends 6h 45′	140	23,8					13,0
Kot D. Halbhart .	140	24,3					8,0
Kot E. Fest, dunkel, scharf von nachfolgendem Milchkot abzugrenzen . . .	85	10,5					6,0
In Summa	523	95,3					

Der Kot enthielt also total:

Trockensubstanz	87,4 g
Stickstoff . . .	5,7 »
Cellulose . . .	6,1 »

Es fehlen somit an der vollständigen Ausnutzung:

	des Brotes	der Gesamtnahrung
Trockensubstanz . .	15,41 %	10,1 %
Stickstoff	60,7 %	18,9 %

Versuch XXII.

Versuchsperson N. Fleisch- und Brotkost am 8. und 9. Juli 1896 (näheres S. 189). Am 10. Juli Schweizerkäse und wenig Milch, am 7. Juli zuerst $^1/_2$ l Milch, der nach 1 Stunde einen ersten dünnen Stuhl erzeugt, dem noch zwei ganz flüssige folgten (vergl. S. 178).

Auf den eigentlichen Versuch fallen folgende Kote:

	Gewicht		In 100 g lufttrockenen Kotes sind				In 100 g frischen Kotes sind cbcm Normalsäure
	frisch	lufttrocken	Trockensubstanz	Asche	Stickstoff	Cellulose	
Kot A. Hellbrauner, weicher Kot . . . 8. VII. abends 7 h	120	16,7	90,6	6,7	4,68	9,54	nicht bestimmt
Kot B. Graubraun, halbfest . . . . . 9. VII morgens 7 h	205	31,8	88,55	6,7	5,46	5,84	10,0
Kot C. Graubraun, halbweich . . . . 10. VII. morgens $7^1/_2$ h	132	43,6	—	—	—		6,0
Kot D. Graubraun, fast fest . . . . . 11. VII. morgens $6^1/_2$ h	60	16,4	92,9	8,9	6,60	8,7	11,0
Summa:		108,5					

An Kot D schlofs sich schön abgrenzbar lehmfarbiger, lehmweicher Milchkot.

Der Koth enthielt also total:

Trockensubstanz	97,2 g
Stickstoff . . .	6,0
Cellulose . . .	8,1.

Es fehlen somit an der vollständigen Ausnutzung:

	des Brotes	der Gesamtnahrung
Trockensubstanz	14,6 %	10,1 %
Stickstoff . .	54,5 %	14,0 %

B. Versuche mit Brot aus gewöhnlichem Roggenmehl mit 70% Ausbeute (Versuch XXIII, XXIV).

Zu der Bereitung des Mehles diente in üblicher Weise gereinigter Schweizer Roggen, derselbe wie in Versuch XX, XXI und XXII.

Das Mehl ist sehr gleichmäfsig, auf dem Sieb von 0,2 mm Maschenweite bleiben nur 2,8 % zurück. In der Trockensubstanz sind 1,27 % Asche.

Das Brot wird in dreipfündigen Laiben hergestellt, es ist kräftig sauer, d. h. 100 g verbrauchen zur Neutralisierung 8,8 ccm Normalnatronlauge (Indikator Phenolphthalein).

In dem Brote waren 40,9 % Wasser und 59,1 % Trockensubstanz in der Krume.

In der Trockensubstanz waren 1,40 % Stickstoff, 0,76 % Cellulose.

Jede der beiden Versuchspersonen verzehrte in den beiden Versuchstagen zusammen 1000 g rindenfreies Brot, 900 g Fleisch, 90 g Butter, 1 l Bier, Wasser ad libitum, also:

	im Brot	im Fleisch	in der Butter	Summa
Trockensubstanz . .	591,0	225,0	76,5	892,5
Stickstoff	8,3	31,5	0,1	39,9
Cellulose . . .	4,5	—	—	4,5

Versuch XXIII.

Versuchsperson L. 17. und 18. Juni 1896. Am 16. und 19. Juni Milch.

Kot. Am 17. Juni abends reiner Milchkot mit einer Spur Brotkot überzogen, der abgeschabt und mit Kot A vereinigt wird.

Auf den eigentlichen Versuch fallen folgende Kote:

	Gewicht		In 100 g lufttrockenen Kotes sind				In 100 g frischen Kotes sind ccm Normalsäure
	frisch	luft-trocken	Trocken-substanz	Asche	Stick-stoff	Cellu-lose	
Kot A. Braun, ziemlich fest . . . . . 19. VI. 11h 45' früh	155	41,3					3,4
Kot B. Braun, ziemlich fest . . . . . 19. VI. 6h 30'	100	22,0	87,5	10,5	6,3	3,0	2,4
Kot C. Braun, fest . 20. VI. 11h früh	20	8,8					2,0
Summa	275	72,1					

An Kot C schliefst sich fester, sehr genau abgrenzbarer Milchkot an.

Es wurden also ausgeschieden:

Trockener Kot	63,1 g
Asche	7,60
Stickstoff . . .	4,54
Cellulose . . .	2,31

Es fehlen somit an der vollständigen Ausnutzung:

	des Brotes	der Gesamtnahrung
Trockensubstanz . .	10,7 %	7,1 %
Stickstoff	54,9 %	11,2 %

Versuch XXIV.

Versuchsperson N. 17. und 18. Juni 1896. Am 16. und 19. Juni Milch. Kot: Am 17. Juni abends schöner kompakter Milchkot.

Auf den Versuch selbst fallen folgende Kote:

	Gewicht		In 100 g lufttrockenem Kotes				In 100 g frisch. Kote sind cbm Normalsäure
	frisch	luft-trocken	Trocken-substanz	Asche	Stick-stoff	Cellu-lose	
Kot A. Braun, teigig Einige feste Milchkotbrocken werden leicht ausgesucht . 18. VI. 7 Uhr früh	110	18,8	88,1	9,69	6,75	2,88	6,0
Kot B. Braun, halbfest . . . . . . 18. VI. 7 Uhr abds.	120	19,8					16,0
Kot C. Braun, halbfest . . . . . . 19. VI. 7½ Uhr früh	110	21,9					12,0
Kot D. Braun, halbweich. — Abgrenzung von dem anschliefsenden Milchkot scharf . . . 19. VI. 4½ Uhr mitt.	30	11,7					7,6
Summa	385	72,2					

Es wurde also ausgeschieden:

Trockener Kot 63,6 g
Asche 7,00
Stickstoff . . . 4,74
Cellulose . . . 2,18.

Es fehlen an der vollständigen Ausnutzung:

	des Brotes	der Gesamtnahrung
Trockensubstanz . .	10,8 %	7,2 %
Stickstoff	56,6 %	11,7 %

Versuchsgruppe II mit Steinmetz- und gewöhnlichem Roggenmehl.
(Versuche XXV—XXVIII.)

Der schlesische Roggen, aus dem die beiden folgenden Mehl- resp. Brotsorten hergestellt sind, zeigte folgende Zusammensetzung in der Trockensubstanz

Stickstoff = 1,83 %
Cellulose = 3,37 »
Asche = 2,18 »

Die Steinmetz-Schälabfälle boten in der Trockensubstanz:

Stickstoff = 2,10 %
Cellulose = 11,30 «
Asche = 3,92 »

A. Versuche mit Brot aus Mehl nach Steinmetz mit 82 % Ausbeute (Versuche XXV und XXVI).

Das Mehl wurde aus schlesischem Roggen auf einer Steinmetzmühle in Sagan i/Schl. gemahlen, nachdem er vorher gewaschen und enthülst war.

Die Siebanalyse ergab: Es ging durch das 0,5 mm Sieb das ganze Mehl, auf einem 0,2 mm Sieb blieben 23,2 % zurück.

Das trockene Mehl enthielt 1,36 % Asche.

Aus diesem Mehl buk der Bäcker Werthmann in Würzburg gut aufgegangene und ausgebackene Dreipfund-Laibe. Das Brot ist locker und kräftig sauer. 100 g frische Krume verbrauchen zur Neutralisierung 9,0 ccm Normalnatronlauge (Indikator Phenolphthalein).

In der Brotkrume waren: 61,1 % Trockensubstanz
In der Brottrockensubstanz 1,9 » N
1,8 » Cellulose
5,1 » Asche (nicht ganz kohlenfrei. Darin 2,8 % Kochsalz).

Die Versuchspersonen verzehrten in den zwei Tagen zusammen:

Versuchsperson L.: 1000 g Brot, 900 g Fleisch, 90 g Butter, 1½ l Bier, Wasser ad libitum, also:

	im Brot	im Fleisch	in der Butter	Summa
Trockensubstanz . . .	611	225	76,5	912,5
Stickstoff	11,61	31,5	0,1	43,21
Cellulose	11,0			11,0

Versuchsperson N.: 1000 g Brot, 700 g Fleisch, 90 g Butter, 1½ l Bier, Wasser ad libitum, also:

	im Brot	im Fleisch	in der Butter	Summa
Trockensubstanz . . .	611	175	76,5	862,5
Stickstoff	11,61	24,5	0,1	36,21
Cellulose	11,0			11,0

Versuch XXV.

Versuchsperson L. Fleisch- und Brotkost am 20. und 21. Juli 1897. Am 19. Juli und am 22. Juli Milch. Abgrenzung beide Male gelungen. Milchkot hart, Brotkot weich, d. h. dicker Brei — halbfest, d. h. weich aber geformt.

Auf den eigentlichen Versuch fallen folgende Kote:

Datum	Zeit	Gewicht		In 100 g lufttrockenen Kotes				In 100 g frisch. Kotes sind ccm Normalsäure
		frisch	trocken	Trockensubstanz	Asche	Stickstoff	Cellulose	
20. VII.	nachm.	127	80,0 +2,0	91,6	8,15	6,72	6,29	4,1
21. VII.	abends	83						2,7
22. VII.	3 h p. m.	110						2,4
22. VII.	abends	10						—
	Summa	330	82,0	(2,0 g addiert, weil 15 g frischer Kot zum Titrieren verwendet wurde.				

Es wurden also ausgeschieden:

Trockener Kot	75,1
Asche	6,68
Stickstoff . . .	5,51
Cellulose . . .	5,16.

Es fehlen an der vollständigen Ausnutzung:

	des Brotes	der Gesamtnahrung
Trockensubstanz .	12,3 %	8,23 %
Stickstoff	47,4 %	12,75 %

Versuch XXVI.

Versuchsperson N. Fleisch- und Brotkost am 20. und 21. Juli 1897. Am 19. Juli und am 22. Juli Milch. Abgrenzung beide Male gut gelungen. Brotkot weich bis halbfest.

Auf den eigentlichen Versuch fallen folgende Kote:

Datum	Zeit	Gewicht		In 100 g lufttrockenen Kotes sind				In 100 g frischen Kotes sind ccm Normalsäure
		frisch	lufttrocken	Trockensubstanz	Asche	Stickstoff	Cellulose	
21. VII.	vorm.	80	79,0 + 1,8	92,9	8,6	6,88	8,4	10,0
21. VII.	nachm.	110						8,0
22. VII.	mittags	205						16,0
23. VII.	früh 3h	60						—
	Summa	455	80,0					

Es wurden also ausgeschieden:

Trockener Kot 75,1 g
Asche 6,95
Stickstoff . . . 5,16
Cellulose . . . 6,79.

Es fehlen an der vollständigen Ausnutzung:

	des Brotes	der Gesamtkost
Trockensubstanz .	12,29 %	8,71 %
Stickstoff	44,44 %	14,28 %

B. Versuche mit Brot aus Roggenmehl mit 62% Ausmahlung (Versuch XXVII und XXVIII).

Schlesischer Roggen (der gleiche wie zu Versuch XXV und XXVI) gereinigt und gemahlen nach üblicher Weise auf der Herrenmühle Sagan. Das Mehl ist sehr gleichmäfsig, auf dem 0,2 mm Sieb bleiben nur 0,32% zurück.

Im Mehl sind nur 0,63% Asche.

Das Brot war gut aufgegangen und kräftig sauer. 100 g verbrauchen frisch 8,0 ccm Normalnatronlauge. In dem Brot (Krume) waren 40,4% Wasser und 59,6% Trockensubstanz, in der letzteren: 1,71% Stickstoff, 0,8% Cellulose.

Die beiden Versuchspersonen L. und M. verzehren an den beiden Versuchstagen zusammen je 1000 g Brot, 900 g Fleisch, 90 g Butter, 1½ l Bier, Wasser ad libitum.

Sie nahmen also ein:

	im Brot	im Fleisch	in der Butter	Summa
Trockensubstanz . .	596,0	225,0	76,5	897,5
Stickstoff	10,19	31,5	0,1	41,79
Cellulose	4,59	—	—	4,59
Asche	17,8	—	—	—

Versuch XXVII.

Versuchsperson L. Fleisch- und Brotkost am 23. und 24. Juli. 22 und 25. Juli Milchtage. Abgrenzung sehr gut gelungen. Kot teils dickbreiig, teils halbweich geformt.

Auf den eigentlichen Versuch fallen folgende Kote:

Datum	Zeit	Gewicht		In 100 g lufttrockenen Kotes sind				In 100 g frischen Kotes sind ccm Normalsäure
		frisch	luft-trocken	Trocken-substanz	Asche	Stick-stoff	Cellu-lose	
24. VII.	morgens	175	79,0 + 2,3	92,8	9,25	6,66	7,86	3,6
24. VII.	abends	135						3,6
25. VII.	mittags	195						2,8
	Summa	505	81,3					

Es wurden also ausgeschieden:

Trockener Kot	75,45
Asche	7,52
Stickstoff . . .	5,42
Cellulose . . .	6,39.

Es fehlen an der vollständigen Ausnutzung:

	des Brotes	der Gesamtkost
Trockensubstanz .	12,66 %	8,41 %
Stickstoff	53,19 %	12,95 %

Versuch XXVIII.

Versuchsperson M. Fleisch- und Brotkost am 27. und 28. Juli. 26. und 29. Juli Milchtage. Erste Abgrenzung gut. Milchkot hart und weifs. Brotkot gelb und weich (dickbreiig). Zweite Abgrenzung weniger gut, jedoch konnte der harte Brotkot vom harten Milchkot genau getrennt werden.

Auf den eigentlichen Versuch fallen folgende Kote:

Datum	Zeit	Gewicht		In 100 g lufttrockenen Kotes sind				In 100 g frischen Kotes sind Normalsäure
			lufttrocken	Trockensubstanz	Asche	Stickstoff	Cellulose	
28. VII.	früh 5h	?	65,0	92,0	11,0	6,82	6,77	8,0
29. VII.	nachm. 1h	124						7,2
30. VII.	vorm. 1/2 8h	28						8,0

Es wurden also ausgeschieden:

Trockener Kot	59,8
Asche	7,15
Stickstoff . . .	4,43
Cellulose . . .	4,4.

Es fehlen an der vollständigen Ausnutzung:

	des Brotes	der Gesamtkost
Trockensubstanz . .	10,08 %	6,66 %
Stickstoff	43,5 %	10,61 %

Versuchsgruppe III mit gewöhnlichem Roggenmehl.

An die Versuche schlofs ich noch drei Versuche mit dem in Würzburg üblichen feinvermahlenen Roggenmehl an, alle drei an L.

Versuch XXIX.

(Würzburger reines Roggenbrot.)

Versuchsperson L. Brot- und Fleischkost am 18. und 19. Mai 1898. Von dem verwendeten Mehl gingen 2,5 % nicht durch das 0,2 mm Sieb. Dasselbe enthielt: 14,73 % Wasser, 0,86 % Asche, 1,68 % Stickstoff.

Das Brot enthielt 47,5 % Wasser, in der Trockensubstanz 2,0 % Stickstoff.

	Einnahme der Nahrung in 2 Tagen			
	im Brot	im Fleisch	in der Butter	Summa
Trockensubstanz . .	525	225	76,5	826,5
Stickstoff	10,50	31,5	0,1	42,1

Die Abgrenzung des Kotes gelang gut. Es wurden produziert:

Kot	Gewicht		In 100 g lufttrockenen Kotes sind			In 100 g frischen Kotes sind Normalsäure
	frisch	luft-trocken	Trocken-substanz	Asche	Stick-stoff	
17. V. vorm. Reiner Milchkot . .	—	—	—	—	—	—
18. V. mittags a) Dickbreiiger Brotkot	195	39	90,33	9,85	7,1	4,8
19. V. nachm. b) Dickbreiiger Brotkot	158	29				4,4
20. V. vorm. c) Zweifelhafter, harter Kot	20	7[1])				—
21. V. vorm. Reiner Milchkot . .	—	—	—	—	—	—

Die 75 g lufttrockenen Kotes enthielten:

Trockensubstanz 67,75 g
Asche 7,39
Stickstoff . . . 5,33.

Es fehlten an der Ausnutzung:

	des Brotes	der Gesamtnahrung
Trockensubstanz . .	12,95 %	8,2 %
Stickstoff	50,8 %	12,5 %

Versuch XXX.

(Würzburger reines Roggenbrot.)

Versuchsperson L. Brot- und Fleischkost am 1. und 2. Juni 1898. Von dem verwendeten Mehl gingen 2,5 % nicht durch das 0,2 mm Sieb Das Mehl enthielt 14,37 % Wasser, 0,86 % Asche, 1,72 % Stickstoff, war also das gleiche wie in Versuch XXIX.

Das Brot enthielt 47,1 % Wasser, in der Trockensubstanz 2,0 % Stickstoff.

	Nahrungsaufnahme in 2 Tagen			
	im Brot	im Fleisch	in der Butter	Summa
Trockensubstanz . .	529	225	76,5	830,5
Stickstoff	10,58	31,5	0,1	42,18

Die Abgrenzung des Kotes war gegen den ersten Milchkot sehr gut, gegen den zweiten war sie wesentlich schlechter, Kotportion V bestand

nach der chemischen Zusammensetzung aus etwa 3,5 g Milchkot und 3 g Brotkot.

Im einzelnen wurden folgende Kote erhalten:

Kot	Gewicht		In 100 g lufttrocken. Kotes sind			In 100 g frischen Kotes sind Normalsäure	
	frisch	lufttrocken	Trockensubstanz	Asche	Stickstoff		
1. VI. früh Harter Milchkot	—	—	—	—	—	—	
1. VI. früh I. Halbfester Brotkot	119	26	88,77	9,7	6,38	—	Abgrenzung sehr gut
1. VI. abends II. Halbfest	40	8				—	
2. VI. abends III. Fest	80	21				2,0	
3. VI. früh IV. Hart	48	16				—	
3. VI. früh V. Harter Mischkot	27	6,5	90,3	21,8	4,9	—	Hierin etwa 3 g Brotkot
3. VI. früh VI. Reiner Milchkot	—	—	—	—	—	—	

Es wurde gerechnet mit 74 g lufttrockenem Brotkot von der Zusammensetzung der Hauptportion, darin waren:

Trockener Kot	65,71 g
Asche	7,18
Stickstoff	4,73.

Es fehlten an der vollständigen Ausnutzung:

	des Brotes	der Gesamtnahrung
Trockensubstanz	12,4 %	7,91 %
Stickstoff	44,7 %	11,5 %

Versuch XXXI.

Würzburger reines Roggenbrot (Wallmühle).

Versuchsperson L. Brot- und Fleischkost am 18. und 22. Juli 1898. Das Brot besonders schmackhaft. Das verwendete Mehl enthielt 11,6 % Wasser, 1,24 % Asche, 1,6 % Stickstoff; von dem Mehl blieben $8\frac{1}{2}$ % auf dem 0,2 mm Sieb. Das Brot enthielt 44,5 % Wasser.

	Eingenommene Nahrung:			
	im Brot	im Fleisch	in Butter	Summa
	g	g	g	g
Trockensubstanz . .	555	225	76,5	856,5
Stickstoff	10,1	31,5	0,1	41,7

Die Abgrenzung des Kotes gelang gut. Es wurden produziert:

Kot	Zeit	Beschaffenheit	Gewicht		In 100 g lufttrockenen Kotes sind		
			frisch	lufttrocken	Trockensubstanz	Asche	Stickstoff
19. VII.	10 h vorm.	Harter weifser Milchkot	—	—	—	—	—
	9 h nachm.		—	—	—	—	—
20. VII.	8 h abends	halbfester Brotkot	62	16,7	91,0	12,5	5,7
21. VII.	11 h vorm.	halbfest	150	36,8			
22. VII.	11 h vorm.	hart	78	25,0			
22. VII.	11 h vorm.	halbfester Milchkot	—	—	—	—	—
Summa	—	—	290	78,5			

Gesamtbrotkot = 78,5 g lufttrocken.

In dem Kot waren:

Trockensubstanz	71,4 g
Asche	9,8
Stickstoff . . .	4,48.

Es fehlten an der vollständigen Ausnutzung:

	des Brotes	der Gesamtnahrung
	%	%
Trockensubstanz . . .	12,1	8,3
Stickstoff	44,4	10,7

Die Versuche in tabellarischer Form ergaben die in der Übersichtstabelle (S. 264) folgenden Resultate.

Übersichtstabelle über die Versuche mit Roggenmehl mit Steinmetzschälung und auf gewöhnliche Art zubereitet.

	Getreidesorte	Eigenschaften des Mehles						Ausnutzung des Brotes (Verlust)		Ausnutzung der Gesamtnahrung (Verlust)		Versuchsperson
		Zermahlungsarten		Ausmahlung	Stickstoff	Cellulose	Asche	Trockensubstanz	Stickstoff	Trockensubstanz	Stickstoff	
XX	Schweizer Roggen	Nach Steinmetz geschält u. grob gemahlen	46 % gröber als 0,2 mm	94 %				12,8 [1]	48,9 [1]	7,6 [1]	10,8 [1]	L.
XXI		desgl.	desgl.	94 %	1,65	1,9	1,85	15,4	60,7	10,1	13,9	N.
XXII		desgl.	desgl.	94 %				14,6	54,5	10,1	14,0	N.
XXIII		Fein gemahlen n. gewöhnl. Methode	nur 0,28 % gröber als 0,2 mm	72 %	1,4	—	—	10,7	54,9	7,1	11,2	L.
XXIV				72 %				10,8	56,6	7,2	11,7	N.
XXV	Schlesischer Roggen	Nach Steinmetz geschält u. ziemlich grob gemahlen	23 % gröber als 0,2 mm	82 %	1,9	1,8	1,36	12,3	47,44	8,2	12,7	L.
XXVI				82 %				12,29	44,4	8,7	14,3	N.
XXVII		Fein gemahlen n. gewöhnl. Methode	0,32 % gröber als 0,2 mm	62 %	1,7	—	—	12,66	53,2	8,4	12,95	L.
XXVIII				62 %				10,08	48,5	6,7	10,6	M.
XXIX	In Würzburg gemahlener Roggen	Fein gemahlen	2,5 % gröber als 0,2 mm	c. 75 %	1,7	1,85	1,0	12,95	50,8	8,2	12,5	L.
XXX		» »	desgl.	c. 75 %	1,7	1,85	1,0	12,4	44,7	7,9	11,2	L.
XXXI		» »	4,5 % gröber als 0,2 mm	c. 75 %	1,6	—	—	12,1	44,4	8,3	10,7	L.

1) Zahlen zu niedrig.

Aus den Versuchen folgt:

1. Wie zu erwarten, war bei den Steinmetzmehlen weder die Ausnutzung der Trockensubstanz noch des Stickstoffs besser als bei den Kontrollmehlen, die in der üblichen Weise hergestellt sind.
2. Im einzelnen ergab sich, daſs namentlich Person N. das kleiereiche Steinmetzmehl mit 94% Ausmahlung recht wenig günstig ausnutzte. (Die Zahl für die Ausnutzung des 94proz. Steinmetzmehls durch L. ist wohl sicher durch die ungenügend gelungene Kotabgrenzung etwas zu günstig.) Es ist diese schlechte Ausnutzung wohl sicher durch den Mitgenuſs reichlicher, wenn auch ziemlich fein zerteilter Kleie bedingt.
3. Versuchsperson L., an der die meisten Versuche angestellt sind, machte in der Ausnutzung der Brote keinen wesentlichen Unterschied, nur das Brot aus Schweizer Roggen mit 72% Ausmahlung verhielt sich erheblich besser (10,7) — während das Brot aus Roggen mit 62% Ausmahlung wieder das gewöhnliche Resultat, d. h. 12,66% Trockensubstanzverlust, liefert.
4. Sehen wir von dem Steinmetzbrot mit 94% Ausbeute ab, so ist der Unterschied der Ausnutzung der Trockensubstanz in allen Versuchen überhaupt sehr gering. Bezieht man den ganzen Kot auf die Brottrockensubstanz, so wird von letzterer 90—87% ausgenutzt, ob das Roggenmehl auf gewöhnliche oder auf Steinmetzart hergestellt ist, wenn nur nicht zu wenig Kleie entfernt wird.
5. In allen Versuchen sind relativ hohe Werte des eingeführten Stickstoffs im Kote erschienen, auf den Brotstickstoff bezogen 43—60%. Die Zahlen der Einzelversuche könnte man versucht sein, zur Empfehlung des Steinmetzbrotes zu verwenden. Das letztere enthielt etwa 10% Stickstoff mehr als das nach gewöhnlicher Weise hergestellte Brot, ohne daſs der Stickstoff schlechter ausgenutzt wurde. Doch möchte ich in dieser Richtung aus meinen Versuchen keine weitgehenden Schlüsse ziehen.

Nach diesen Versuchen ist Steinmetzmehl resp. Brot mit nicht unter 15% Kleieabsonderung etwa dem in der Volksernährung üblichen Roggenmehle gleichwertig, und man könnte vom nationalökonomischen Standpunkt die Einführung des Steinmetzverfahrens an Stelle der gewöhnlichen Roggenmehlgewinnung in Betracht ziehen — wenn das Verfahren finanzielle Vorteile hätte.

Nach einer Kalkulation, die mir Steinmetz mitzuteilen die Freundlichkeit hatte, scheint aber dies nicht ohne weiteres der Fall zu sein. Er rechnet genau den gleichen Erlös für:

62 kg Roggenmehl 0/I	wie für	82 kg Steinmetzmehl
5 kg Roggenmehl II	» »	15 kg Steinmetzkleie
30 kg gute Kleie.		

Es ist also wenigstens für viehzuchttreibende Gegenden keine Veranlassung geboten, dafs der Mensch kleiereiches Brot ifst. Zu diesem Resultate ist aber die Hygiene namentlich durch Rubners Arbeiten längst gekommen, und Prausnitz sowie Plagge und Lebbin haben das gleiche festgestellt.

Dem gewöhnlichen Schrotbrot, dem Gelinck- und Avedykbrot ist das Steinmetzbrot bei guten Verdauungsorganen selbst bei nur 6 proz. Kleieentfernung, aber ordentlicher Zermahlung entschieden vorzuziehen, beträgt doch der Verlust nur ca. 15%.

Man könnte dem nach Steinmetz geschälten und wieder getrockneten unzermahlenen Getreide eine gröfsere Haltbarkeit zuschreiben als gewöhnlichem. Ein Entscheid darüber ist nur durch Versuche möglich. Wahrscheinlich ist mir, dafs, trocken aufbewahrt, sich geschältes und ungeschältes Getreide gleich gut halten, dafs aber, feucht aufbewahrt, beide verderben, wenn auch das geschälte vielleicht um eine gewisse Zeit später, da die Zahl der Keime anfangs kleiner ist.

Meine Versuche, Analysen und Untersuchungen waren ganz, meine Schlüsse zum gröfseren Teil abgeschlossen, als ich das inhaltreiche Buch »Untersuchungen über das Soldatenbrot« von Plagge und Lebbin, Berlin 1897, erhielt. Die Arbeit ist die Frucht einer vieljährigen gründlichen Beschäftigung mit der

Brotfrage, welche die Autoren unter sehr günstigen äufseren Bedingungen, d. h. von Mühlenbesitzern, den Militärproviantämtern und sehr zahlreichen jüngeren Hilfsarbeitern unterstützt, ausgeführt haben.

Die Versuche sind alle bei ausschliefslicher Brotkost ausgeführt und schon deshalb interessant mit meinen Versuchen zu vergleichen, in denen reichlich Fleisch und Fett neben erheblich kleineren Brottagesrationen verzehrt wurden. Es zeigt sich, dafs meine, nur durch einen Versuch geprüfte Annahme (A. H. XX.), dafs die Zugabe von 450 g Fleisch und 45 g Fett zu 500 g Brot pro Tag die Kotmenge nicht wesentlich beeinflusse, recht gut stimmt.

In Tabelle 7 S. 216 sind die uns hier am meisten interessierenden Versuche von Pannwitz über Soldatenbrot (Roggenbrot) mitgeteilt, aus denen hervorgeht: Bei ausschliefslicher Brotkost gingen zu Verlust (die Zahlen sind stets Mittel aus 2 bis 6 Versuchen):

	Prozent der Trockensubstanz	Prozent des Stickstoffs
Aus preufsischem Soldatenbrot Roggen, 15 % Kleieauszug	13,2 (Mittel aus 6 Vers.)	43,3 (Mittel aus 6 Vers.)
Brot aus grobem Roggenmehl, 7,4 % Kleieauszug, davon 3,5 durch Schälen entfernt	15,9	56,6
Brot aus grobem Roggenmehl, 15 % Kleieauszug, davon 3,15 Schälkleie .	12,24	41,4
Brot aus fein. Roggenkunstmehl, 10,84 % Kleieauszug, davon 3,08 Schälkleie .	12,24	33,6
Brot aus feinem Roggenmehl, 12,68 % Kleieauszug	12,6	39,1

Also: Mochte man die Kleie durch Schälen oder sonstwie entfernen, das Mehl etwas mehr oder weniger fein mahlen, im wesentlichen hing die Ausnutzung allein von dem Grade der Kleieentfernung ab. 7,4 % Kleieentfernung macht noch 15,9 % Verlust an Kot, 11—15 % Kleieauszug verbessern das Resultat

wesentlich. Die Zahlen stimmen sehr gut mit meinen überein, bei denen viel weniger Brot, aber reichlich Fleisch und Fett dazugegeben wurde. Auch der Stickstoffverlust ist ähnlich wie in meinen Versuchen.

Ob 11 oder 15% Kleie entfernt wird, scheint nach den Ergebnissen von Pannwitz ohne grofse Bedeutung. Bei meiner Versuchsanordnung liefs sich auch von noch stärkerer Kleieabsonderung keine konstante deutliche Wirkung nachweisen, während Romberg (A. H. XXVIII S. 244) bei Versuchen mit reiner Brotkost durch die Wahl immer kleieärmerer Mehle den Trockensubstanzverlust bis auf 5—6%, ausnahmsweise noch weiter zurückdrängen konnte.

Es scheint verständlich, dafs bei reiner Brotkost — welche aber doch etwas Unnatürliches ist — Unterschiede in der Brotbeschaffenheit deutlicher hervortreten als bei gemischter Kost, dafs namentlich die ungünstige Wirkung bescheidener Kleiemengen auf physikalischem und chemischem Wege durch Zukost etwas gemildert wird. Dabei ist allerdings auffällig, dafs die bessere Ausnutzung des Weizens gegenüber der des Roggenmehles auch bei gemischter Kost beobachtet wird.

Wie dem auch sei, meine Versuche sind zahlreich und genau genug, um die Thatsache zu beweisen: Bei gemischter Kost ist in meinen Versuchen ein Unterschied der Wirkung der Entfernung von 18, 25 und 38% Kleie aus dem Roggenmehl nicht auffallend und nicht ganz regelmäfsig zu konstatieren.

4. Einige Versuche über die Bedeutung der Zugabe von Weizenmehl zum Roggenbrot.

Die relativ hohen, aber sehr konstanten Verluste an Trockensubstanz (ca. 12—13%) und an Stickstoff (ca. 45%), welche namentlich die Versuchsperson L. in den Versuchen zeigte, fielen mir auf im Vergleich zu den Verlusten, die ich bei ganz ähnlichen Versuchen mit gemischter Nahrung gelegentlich meiner Studien über die Bedeutung des Säuregehaltes des Brotes an den Versuchspersonen W. und R. erhalten habe. In diesen zahlreichen

Versuchen ging (wieder der ganze Verlust auf Brot bezogen) nur 6,06—10,06 % der Brottrockensubstanz und 15,9—29,0 % des Brotstickstoffs in den Kot über. In diesen Versuchen war stets »Würzburger Graubrot« oder, wie es wirklich heifst, »gemischtes Brot« verwendet worden, und es schien nach den interessanten Feststellungen von Prausnitz und Menicanti möglich, dafs der Weizenmehlgehalt (ca. 1/3 des Mehls) die bessere Ausnutzung bedingt habe.[1] Es war dies um so wahrscheinlicher, als Prausnitz auch für gemischte Kost diesen Nachweis führen konnte (Arch. f. Hyg. XVII. 626). Nach Abschlufs meiner Versuche haben Prausnitz und Poda weitere Beweise für die bessere Ausnutzung des Weizenmehls beigebracht.

Ich veranlafste daher Herrn L. noch zu zwei weiteren, mit den oben mitgeteilten ganz gleichen Versuchen mit Weizen-Roggenmehlmischungen. Wie die Protokolle zeigen, sank der Verlust an Trockensubstanz, auf Brot bezogen, auf 10,27 und 10,7, der Verlust an Stickstoff auf 33,13 und 30,8, Zahlen, die entschieden günstiger sind als die mit Roggenmehl allein und also die Feststellung von Prausnitz bestätigen. Gleichzeitig beweisen aber diese Versuche eine ausgesprochen geringere Fähigkeit, Brotkost auszunutzen, bei meinen jetzigen als bei meinen früheren Versuchspersonen. Unter ganz gleichen Bedingungen gingen bei L. 10,27 % und 10,7 % verloren, unter denen die an starke Brotkost gewöhnten Arbeiter R. und W. im Durchschnitt von 12 Versuchen nur 7,8 % der Brottrockensubstanz ausschieden.

Wahrscheinlich erzeugt bei dem nicht an reichliche Brotkost Gewöhnten der Brotgenufs einen stärkeren Reiz und eine vermehrte Absonderung des Darmes.

Versuch XXXII.

Mit gewöhnlichem Würzburger Weizen-Roggenbrot (Graubrot).

Versuchsperson L. Am 4. und 5. Juni 1898. Brot- und Fleischkost. Von dem Mehl gehen 4,75 % nicht durch das 0,2 mm Sieb.

1) Weiter glaube ich aber, dafs noch ein Faktor von wesentlicher Bedeutung für die gute Stickstoffausnutzung in den früheren Versuchen war. Es war das in denselben verwendete Roggen-Weizenmehl von einem verhältnismäfsig sehr hohen Stickstoffgehalt. Der Verlust berechnete sich also auf eine wesentlich gröfsere Einfuhr, erschien also cet. par. wesentlich kleiner.

Im lufttrockenen Mehl sind:

Wasser . .	13,63 %
Asche . .	0,89 »
Stickstoff .	1,88 »

Das Brot enthält 46 % Wasser.

Die aufgenommene Nahrung beträgt in 2 Tagen 1000 g Brot, 900 g Fleisch, 90 g Butter, $1^1/_2$ l Bier. Wasser ad libitum, also:

	im Brot	im Fleisch	in der Butter	Summa
Trockensubstanz . .	540 g	225 g	76,5 g	841,5 g
Stickstoff	11,77 g	31,5 g	0,1 g	43,37 g

Der Versuchskot war leicht abzugrenzen, es wurde erhalten:

Kot	Zeit	Nr.	Gewicht		In 100 g lufttrock. Kotes sind			
			frisch	lufttrocken	Trockensubstanz	Asche	Stickstoff	
4. VI. harter Milchkot	abends	—	—	—	—	—	—	—
5. VI. halbhart. Brotkot	nachm.	a	77	15				Abgrenzung gut
6. VI. harter Brotkot .	früh	b	45	15				—
6. VI. harter Brotkot .	$8^1/_2$ abends	c	19	6,5	92,4	12,49	6,45	—
7. VI. harter Brotkot .	mittags	d	86	23,5				—
8. VI. harter Milchkot	früh	—	—	—	—	—	—	Abgrenzung gut

Gesamtbrotkot 60,0 g lufttrocken.

Darin waren:

Trockensubstanz	55,44
Asche	7,5
Stickstoff . . .	3,9.

Es fehlten an der vollständigen Ausnutzung:

	des Brotes	der Gesamtnahrung
	%	%
Trockensubstanz . . .	10,27	6,57
Stickstoff	33,13	9,0

Versuch XXXIII.

Mit gewöhnlichem Würzburger Weizen-Roggenbrot (Graubrot).

Versuchsperson L. Brot- und Fleischkost am 12. und 13. Juli 189?. Von dem Mehl bleiben 3,74 % auf dem Sieb von 0,2 mm Maschenweite.

Es enthält:

Wasser . . 14,64 %
Asche . . 1,05 »
Stickstoff . 1,96 »

Im Brot sind:

Wasser . . 44,8 %

Nahrungsmenge wie im vorigen Versuche, darin sind:

	im Brot	im Fleisch	in Butter	Summa
	g	g	g	g
Trockensubstanz . .	552	225	76,5	853,5
Stickstoff	12	31,5	0,1	43,6

Der Kot war gut gegen Milchkot abzugrenzen.

Kot	Gewicht		In 100 g lufttrockenen Kotes sind			Bemerkungen
	frisch	luft-trocken	Trocken-substanz	Asche	Stick-stoff	
11. VII. $8^1/_2$ h nachm.	halbharter Milchkot		—	—	—	—
12. VII. 9 h nachm.	steinharter Milchkot mit 2 g Brotkot in viel Blut					Abgrenzung sehr gut.
13. VII. $8^1/_2$ h nachm.	77	17	92,2	13,4	5,8	halbfester Brotkot.
14. VII. $8^1/_2$ h nachm.	92	24,8				halbhart.
15. VII. 12 h mittags	81	21,8				harter Brotkot, darauf harter Milchkot, Abgrenzung gut.
Summa	250 + 2 253,0	63,6 + 0,4 64,0				

Gesamtbrotkot = 64 g lufttrocken.

Darin: Trockensubstanz 59 g
Asche 8,58
Stickstoff . . . 3,7

Es fehlen an der vollständigen Ausnutzung:

	des Brotes	der Gesamtnahrung
	%	%
Trockensubstanz . . .	10,7	6,9
Stickstoff	30,8	8,5

Warum Roggenmehl schlechter ausgenutzt wird als Weizenmehl, ist bisher noch nicht speziell erforscht. Wahrscheinlich ist der Grund, dafs Roggenmehl mit Wasser bei Brutwärme viel rascher Säure bildet wie Weizenmehl — gerade wie Weizenmehl, dem man Kleie zugesetzt hat. Ich komme auf diese Fragen in anderem Zusammenhang zurück, und bemerke hier nur, dafs sich schon bei Rubner (Z. f. Biol. XIX. 1883. S. 89) eine Reihe von Versuchen und Überlegungen finden, die mir den Kern der Frage zu treffen scheinen.

Bakteriologische Prüfungen desinfizierter Hände mit Hilfe des Paul-Sarweyschen Kastens, nach Desinfektion durch Heifswasseralkohol, Seifenspiritus und Kombination von Alkohol und Formaldehyd.

Von

Dr. **Engels,**

Assistenten am hygienischen Institut zu Marburg.

(Aus dem Institut für Hygiene und experimentelle Therapie, Abteilung für Hygiene.)

In seiner ausgezeichneten Monographie »Händereinigung, Händedesinfektion und Händeschutz«[1]) sagt Haegler am Schlusse: »Eine Handoberfläche kann mit Sicherheit weder für einen Augenblick noch für längere Zeit von ihren Keimen vollständig entkleidet werden. — Mit diesem Umstande mufs man rechnen.« Und etwas später: »Neue Methoden der Händereinigung und Händedesinfektion können kaum mehr einen Fortschritt bringen. Dies Gebiet ist jetzt ausgebaut.«

Wer die einschlägige Litteratur im Laufe der letzten zwei Jahre verfolgt hat, weifs, wie wenig diese Prophezeiung, soweit es sich um Ausgebautsein des Gebietes handelt, in Erfüllung gegangen ist. Eine grofse Zahl neuer Arbeiten ist erschienen, und es wird nicht behauptet werden können, dafs bemerkenswerte und ungern entbehrte Beiträge zur Lösung der überaus wichtigen Angelegenheit in denselben fehlen. Thatsächlich wird eine so brennende und in alle Gebiete der praktischen Medizin tief einschneidende Frage wie die nach der sichersten Desinfektion der menschlichen Haut nicht verschwinden können, bevor sie ihrer

Lösung näher gebracht ist, als bisher; und jedes neu auftauchende Desinfektionsmittel wird darauf anzusehen sein, ob es nicht vielleicht mehr gerade in dieser Hinsicht zu leisten verspricht, als die bisher geprüften. Natürlich wird die Frage zuerst immer den ausübenden Arzt interessieren. Aber auch für den Hygieniker und Bakteriologen erscheint sie von hohem Interesse, obgleich bisher so wenig Beiträge von dieser Seite geliefert worden sind.

Da sich alle in den letzten Jahren vorgenommenen Versuche mehr oder weniger ausschliefslich mit der eigentümlichen Wirkung des Alkohols beschäftigen, war es auch für uns nötig, diesem Körper zunächst unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden. Bekanntlich benutzte schon Fürbringer seit langer Zeit den Alkohol, jedoch nur als Zwischenglied, als Entfettungsmittel, in der Annahme, dafs Alkohol der folgenden Desinfektionslösung den Eintritt in die Haut und damit die Wirkung auf die in den tieferen Schichten liegenden Keime erleichtere. Dieser Annahme widersprach zuerst Reinicke, der bei seinen eingehenden Untersuchungen zu dem Schlusse kam, dafs die desinfizierende Wirkung bei der Fürbringerschen Methode nur dem Alkohol zukomme. Reinicke schlofs sich unter anderen auch Ahlfeld an, dem das Verdienst gebührt, die Alkohol-Desinfektionsmethode weiter ausgearbeitet und praktisch verwendbar gemacht zu haben.

Angeregt durch das lebhafte Interesse, das die praktischen Desinfektionsversuche des Herrn Geh.-Rat Ahlfeld an den Händen von Hebammen-Schülerinnen in uns erweckt haben, sind wir zunächst so vorgegangen, dafs wir die sicherste Methode, um im Laboratorium einwandfrei derartige Experimente vorzunehmen, ausgesucht haben. Dann haben wir in unseren Versuchen hauptsächlich den Gedanken verfolgt, ob nicht etwa durch Zusatz von anderen Desinfizientien zum Alkohol eine befriedigendere Wirkung ermöglicht werden könne. Solche Versuche, z. B. über Mischung von Sublimat mit Alkohol liegen ja schon in kleiner Zahl vor. Es erschien jedoch nicht unangebracht, sie zu vervielfältigen, durch andere Kombinationen zu erweitern etc. Dabei mufsten natürlich zum Vergleich auch die bisher üblichen Methoden geprüft werden.

Um Irrtümern vorzubeugen, mufs hier bemerkt werden, dafs uns die Auffassung vieler Autoren, nach welcher Alkohol als Lösungsmittel von Desinfizientien die Desinfektionskraft letzterer wesentlich herabsetzt, nicht unbekannt ist. Aber abgesehen von der aufserordentlichen Verschiedenheit der Resultate der einzelnen Autoren scheint doch festzustehen, dafs diese Herabsetzung nicht für jede Kombination gilt; und vor allem war die Möglichkeit vorhanden, dafs die gegenüber gelösten Bakterienkulturen erhaltenen Resultate nicht ohne weiteres übertragbar seien auf die Desinfektion der menschlichen Haut.

Für die Prüfung der Desinfektionserfolge bedienten wir uns des von Paul und Sarwey[2]) angegebenen sterilen Kastens. Die Beschreibung desselben kann ich mir wohl versagen, da die Einrichtung dieses Kastens von den genannten Autoren eingehend in der Münchner med. Wochenschrift 1899 Nr. 49 erläutert worden ist.

Bei sämtlichen Versuchen wurde einheitlich vorgegangen, und setzten dieselben sich folgendermafsen zusammen.

Zunächst wurden alle Gegenstände, deren wir aufserhalb des Kastens bedurften, auf Sterilität geprüft. Dahin gehörte das Wasser zum Waschen der Hände, die Seife, die Bürsten, der Flanelllappen, die Hölzchen zur Abnahme der Keime von der Hand. Das zum Waschen der Hände bestimmte Wasser wurde eine Stunde im strömenden Dampfe sterilisiert, desgleichen die Seife, die Hölzchen, die Bürste und der Flanelllappen. Kurz vor dem Versuche wurden 2 ccm des sterilen Wassers (mit steriler Pipette entnommen) zu Platten ausgegossen und so die Sterilität des zur Verwendung kommenden Wassers kontrolliert. Von der Seife — und zwar gebrauchte ich nur die braune Schmierseife — wurde ein erbsen- bis bohnengrofses Stückchen mit sterilem Hölzchen entnommen und mit letzterem zusammen dem Nährboden übergeben. Von der sterilisierten Bürste wurden einige Borsten abgeschnitten und ebenfalls mit dem Nährboden zusammengebracht. Die Flanelllapppen wurden in der Weise auf Sterilität geprüft, dafs 1 ccm des darüber stehenden Wassers mit steriler Pipette entnommen und zur Platte ausgegossen

wurde. Schliefslich wurde noch ein Hölzchen auf den Nährboden gebracht, und seine Keimfreiheit geprüft.

Als Nährmaterial kam der von Paul und Sarwey genau beschriebene und von mir selbst hergestellte Agar zur Verwendung (Münchn. med. Wochenschrift 1899 Nr. 49.)[2]).

Bevor jedoch die einzelnen Gegenstände mit diesem Agar versetzt wurden, kamen sie erst in ein 3 ccm sterilen Wassers enthaltendes Röhrchen, wurden in demselben 2—3 Minuten kräftig geschüttelt, dann wurden 7 ccm des verflüssigten Agars zugesetzt und der gesamte Inhalt des Röhrchens in eine Petrische Schale gegossen. Ich hatte also für jede Nachprüfung 2 Röhrchen nötig, das eine enthielt 3 ccm sterilen Wassers, das andere 7 ccm Agar.

Zur Keimabnahme bediente ich mich der Hölzchenmethode nach Fürbringer mit der Modifikation nach Paul und Sarwey (Münchn. med. Wochenschrift 1900 No. 27) und zwar wurde die Abnahme von der normalen Tageshand vorgenommen.[3])

Auf die Prüfung der sterilisierten, aufserhalb des Kastens zur Verwendung kommenden Gegenstände folgte zuerst die Keimabnahme von der trockenen Tageshand. Die Entnahme von der Hand geschah regelmäfsig in 3 Abschnitten. Die erste von der gesamten Oberfläche der Hand und der Finger, also sowohl auf der Volar- als auch der Dorsalseite beider Hände und zwar schabend unter mittelkräftigem Druck, die zweite aus dem Nagelfalz und die dritte von den Unternagelräumen sämtlicher Finger. Zu bemerken ist noch, dafs die Nägel vorher möglichst gekürzt wurden. Nur bei einem Teil der Lysoform-Alkohol-Versuche befolgte ich Haeglers Vorschlag,[1]) der das Tragen mittellanger Nagelenden (2—3 mm) befürwortet, die einen gewissen Schutz für Nagelbett und Fingerspitze bedingen sollen. Haegler glaubt, dafs nicht der Nagel, sondern das rauhe Ende des Nagelbettes zu fürchten sei. (Näheres s. unter Lysoform-Alkoholdesinfektion.)

Sodann wurden beide Hände und Unterarme im sterilen Wasser mit steriler Bürste und Seife 5 Minuten lang (genau nach der Uhr) kräftig bearbeitet. Nach dieser Prozedur erfolgte wieder

eine Keimabnahme, also jetzt der gewaschenen Hände, in der oben angegebenen Weise. Dieselbe Dauer von 5 Minuten wurde demnächst auf die eigentliche Desinfektion der Hände und der Unterarme verwandt. Dazu wurde ein Flanellappen benutzt, da man es mit demselben besser in der Gewalt hat, alle Ecken des Nagelfalzes und der Unternagelräume gehörig mit dem Desinficiens zu versehen, als mit der Bürste. Die hierauf notwendige Keimabnahme geschah schon innerhalb des sterilen Kastens, der samt Inhalt durch strömenden Dampf steril gemacht wurde (einstündiges Kochen des Wassers).

Die am Kasten angebrachten Manschetten wurden von einer zweiten Person weit auseinandergehalten, um leicht durch die Manschetten in das Innere des Kastens dringen zu können. Durch den inneren Teil der Manschette bahnt man sich mit der konisch zusammengelegten Hand selbst den Weg.

Nun werden zunächst alle im Kasten befindlichen Gegenstände, wie Gläser, sonstige Behälter, Hölzchen, Sand, Badewasser, auch die Wände des Kastens (durch Abschabungen mit Hilfe eines Hölzchens) einer Prüfung auf Sterilität unterzogen. Auch hier wurden die Hölzchen, kleine Quantitäten des Sandes, des Badewassers erst in die Röhrchen mit 3 ccm sterilen Wassers gebracht und in ein besonderes Glas gestellt. Dann erst vollzieht sich die Keimabnahme von den desinfizierten Händen in der bekannten Weise, und diese Röhrchen werden wieder in einen Behälter gestellt.

Es folgt das Baden der Hände im 42° warmen, sterilen Wasser während 10 Minuten. Nach dieser Waschung wird 1 ccm des Waschwassers mit Hilfe einer Pipette mit 3 ccm sterilen Wassers zusammengebracht, die Keime von den Händen entnommen und die Röhrchen in ein Glas gestellt.

Um aber die Tiefenwirkung des Desinficiens noch genauer zu ermitteln, wurden schliefslich die Hände im ebenfalls 42° warmen, sterilen Sandbade gescheuert 5 Minuten lang, worauf 1 ccm des Sandbades genau so wie beim Waschwasser behandelt wird, und zum letzten Male die Entnahme der Keime von den gescheuerten und dadurch vollständig aufgeweichten und zum Teil

der oberflächlichen Epithelien beraubten Händen mit Hölzchen vor sich geht. Zum Schlufs werden mit einem sterilen scharfen Löffel kleine Partikelchen von der Haut der rechten und linken Hand abgekratzt und je in ein Reagensröhrchen befördert. Auch für diese Abnahmen ist ein eigenes Gefäfs im Kasten.

Damit ist die Prüfung beendet, und es folgt nun das Ausgiefsen in Petrische Schalen. Vorher werden die Röhrchen zu 4 oder 5 je 2—3 Minuten kräftig geschüttelt, um womöglich sämtliche Keime von den Hölzchen etc. dem Wasser zuzuführen, (Paul und Sarwey schütteln einen Drahtkorb, der alle Röhrchen enthält, 5 Minuten lang, wodurch der Zweck m. E. schwerer erreicht wird), diese Röhrchen werden mit 7 ccm obigen Agars versetzt und das Gemisch in Petrische Schalen ausgebreitet. Diese Platten werden 8 Tage im Brutschrank aufbewahrt, jede Schale am 2., 5. und 8. Tage auf Entwicklung von Keimen untersucht und am 8. Tage erst das Resultat aufnotiert. Dann kann man mit einiger Sicherheit annehmen, dafs sämtliche Keime, die überhaupt vorhanden waren, auch zur Entwicklung gekommen sind. So ausgeführt, gebrauchte ich zu jedem der unten angeführten Versuche etwa durchschnittlich 3½ Stunden.

Ich lasse nun die tabellarisch zusammengestellten Versuche (nach Paul und Sarweys Muster) folgen und im Anschlufs daran jedesmal kurz zusammengefafst das Endergebnis.

I. Versuchsreihe.

Heifswasser-Alkohol-Desinfektion (Ahlfeldsche Methode).

Die Versuche mit Heifswasser-Alkohol sind schon in einer so grofsen Anzahl gemacht und wiederholt worden, dafs es mir unmöglich scheint, auch nur mit wenigen Worten auf alle einzugehen. Ich will deshalb nur eine kleinere Zahl herausgreifen, und dabei besonders auf das Resultat derselben aufmerksam machen. Wie sich dasselbe jedes Mal zu dem meinigen verhält, ist aus Tabelle 23 dieser Arbeit zu ersehen.

An erster Stelle erwähne ich die beiden Autoren, deren Versuchsanordnung sich genau mit der meinigen deckt, deren

Ergebnisse demnach einzig und allein einwandfrei mit den meinigen verglichen werden können. Das sind Paul und Sarway.[4])

Paul und Sarwey stellten insgesamt 12 Versuche an. Nach der Einwirkung des Desinficiens beläuft sich die Anzahl der gegossenen Platten in den 12 Versuchsreihen auf 143.

Von diesen 143 Platten blieben

24 = 16,7 % steril,
auf 93 = 65,0 % wuchsen wenige Keime,
» 24 = 16,7 % » viele »
» 2 = 1,3 % » sehr » »

Sämtliche anderen, die mit Heifswasser-Alkohol gearbeitet haben, weichen in der Anordnung ihrer Versuche mehr oder weniger von dem auch von mir eingeschlagenen Paul-Sarweyschen Verfahren ab.

Poten[5]) benutzte bei seinen Versuchen zunächst denaturierten Spiritus; ferner benutzte er zur Entnahme der Keime die Fingereindrückmethode und sterile Messerklingen. Er weicht also auch etwas von unserer Versuchsanordnung ab. Er berichtet über 29 Versuche, bei denen direkt nach dem Alkohol die Entnahme der Keime vorgenommen wurde. Der Erfolg war folgender:

11 mal sterile Platten . . . . = 37,9 %
14 » geringfügiges Wachstum . . . . = 48,2 %
und 4 » waren die Platten in ausgedehnter Weise infiziert = 13,7 %.

Sodann kommen noch 15 weitere Versuche von Poten in Betracht, wo nach der Alkoholwaschung noch eine 10 Minuten lange Waschung der Hände mit warmem Wasser oder Sodalösung folgte.

3 Platten zeigten Sterilität . . . . . . = 20,0 %
8 » » minimale . . . . = 53,3 %
4 » » stärkere Verunreinigung = 26,2 %.

Tjaden[6]) nahm nach einer 5 Minuten dauernden Waschung der ganzen Hand mit Seife und Bürste und darauffolgender Desinfektion mit Alkohol absol. während 5 Minuten eine nochmals 5 Minuten währende Abspülung der Hand vor. Sodann folgte die Keimabnahme.

Unter 11 Versuchen waren 5 mal = 45,5 % Keime nicht nachzuweisen. Bei der Desinfektion der Hand mit 96 proz. Alkohol ging Tjaden ebenso vor. Dabei gestaltete sich das Resultat etwas anders.

Unter 44 Versuchen liefsen sich 6 mal = 13,6 % Keime nicht nachweisen. Denselben Desinfektionsversuch mit 96 proz. Alkohol wiederholte Tjaden an einem Finger, kürzte die einzelnen Phasen der Desinfektion dann aber auf 3 Minuten ab. Der Erfolg war der, dafs unter 14 Versuchen 6 mal = 42,8 % keine Keime zur Entwicklung kamen.

Schliefslich will ich nicht verfehlen, noch die Ahlfeldschen[7]) und Baummschen Desinfektionsversuche zu zitieren. Die Ansicht Reinickes[8]), dafs sich mit Alkohol »mit grofser Wahrscheinlichkeit absolute Keimfreiheit« erreichen lasse, teilt Ahlfeld, wenigstens was seine eigene Person anlangt, vollkommen.

In der Deutschen Medizinischen Wochenschrift 1897, Nr. 8 schreibt Ahlfeld wörtlich: »ich selbst kann bei Versuchen an der eigenen Hand wohl auf 99—100% Erfolg rechnen, wie zahlreiche zu den verschiedensten Zeiten vorgenommene Kontrollversuche ergeben haben«.

Aus der Arbeit Ahlfelds in der Deutschen Medizinischen Wochenschrift 1895, Nr. 51 erwähne ich den Versuch B:

5 Minuten Waschung und Nagelreinigung,
2 Minuten Alkoholdesinfektion (96 proz. Alkohol),
5 Minuten Abspülung der Hand.

Resultat: »50 Versuche mit 50 Schülerinnen ergaben 45 mal 90 % Keimfreiheit des Fingers«.

In Versuch E, der allerdings etwas von Versuch B abweicht, wurde 90,7 % Sterilität erzielt, in Versuch G 91,6%.

Versuch H zeigt folgende Versuchsanordnung:

Nagelkürzen und Reinigung ohne Wasser,
3 Minuten Waschen der Hände mit Seife ohne Bürste,
3 Minuten Abreiben in Alkohol mit Flanell,
5 Minuten Handbad in sterilem Wasser.

Das Resultat war 98,1 % Sterilität.

An anderer Stelle und zwar in der Arbeit von Ahlfeld und Vahle wird von 88,88 % berichtet.

Ähnliche Resultate wie Ahlfeld hat Baumm[9]. »Unter 41 Versuchen erwiesen sich die Hände 36 mal als steril, d. h. in 87,8 % der Fälle.

Die Resultate der einzelnen Autoren bei der Heifswasser-Alkohol-Desinfektion sind demnach äufserst ungleiche.

Unsere eigenen Versuche sind auf der folgenden 1. Tabelle verzeichnet.

(Siehe Tabelle I auf S. 222 und 223.)

Es wurden im ganzen demnach in unserer Abteilung 15 Nachprüfungen mit der Ahlfeldschen Händedesinfektionsmethode angestellt. Aufgenommen sind auch die von meinem verstorbenen Vorgänger, Herrn Dr. Wynen, vorgenommenen Versuche und die einiger anderer Herren, die sich dazu bereit erklärt hatten, sich der mehrstündigen Arbeit zu unterziehen.

Zusammenstellung der Resultate:

1. Bei allen Versuchspersonen konnten von der trockenen, unvorbereiteten Tageshand mittels der Hölzchenmethode zahlreiche Keime entnommen werden.

2. Eine Abnahme der Anzahl der Keime nach 5 Minuten langem energischen Waschen der Hände mit steriler Bürste und steriler Seife in sterilem heifsen Wasser findet nicht statt; vielmehr war die Zahl der Keime meist gestiegen.

3. Nach der Desinfektion mit Alkohol erhielten wir:

in 2 Fällen = 13,3 % vollkommen sterile Platten,

in 6 Fällen = 40 % waren 2 Platten steril geblieben, auf der 3. meist nur 1 Kolonie nachzuweisen, in allen anderen Fällen waren ebenfalls nur wenige Keime angegangen. Nur eine Platte (Nr. 14) zeigte viele Keime.

4. Nach 10 Minuten langem Waschen der desinfizierten Hände im sterilen Kasten im 42° warmen Wasser erwies sich das benutzte Badewasser in

3 Fällen = 20 % steril,
10 » = 66,6 % waren wenige Keime vorhanden,
2 » = 13,3 % viele.

Tabelle I. **Heifswasser-Alkoholdesinfektion.**

Bakteriologische Prüfung der mit Heifswasser-Alkohol desinfizierten Hände mit Benutzung des Paul-Sarweyschen sterilen Kastens.

⊖ = steril, ⊕ = viele Keime (20—80).
◔ = wenig Keime (1—20), ● = sehr viele Keime (über 80).

Nummer	Versuchs-person	Teile der Hände, welche auf ihren Keimgehalt geprüft wurden	Vor der Behandlung mit Alkohol: Keimgehalt der Tageshände: trocken	Vor der Behandlung mit Alkohol: Keimgehalt der Tageshände: nach 5 Min. langem Waschen mit steril. Bürste u. steril. Seife in steril. heifsen Wasser	Nach der Behandlung mit Alkohol: 5 Min. langes Bearbeiten der Hände mit steril. Bürste resp. Flanell-lappen in 96% Alkohol Keimgehalt	10 Min. lang. Baden der mit Alkohol behandelten Hände in 42° heifsem, sterilen Wasser: Keimgehalt d. Badewassers	10 Min. lang. Baden …: Keimgehalt der gebadeten Hände	5 Min. langes Scheuern der Hände in 42° heifsem sterilen Sandbad: Keimgehalt d. Sandbades	5 Min. langes Scheuern …: Keimgehalt der gescheuerten Hände	Abschaben der Hände mit steril. scharfen Löffel: Rechte Hand	Abschaben …: Linke Hand
1	Dr. Engels	Handoberfläche	◔	⊕	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	◔	●	⊖	⊖	◔	◔	◔	⊖	◔
		Unternagelraum	●	●	◔		⊖		◔		
2	»	Handoberfläche	◔ ◔ ◔	◔ ◔ ◔	◔ ⊖ ◔		⊖ ⊖ ◔		◔ ⊖ ⊖		
		Nagelfalz	⊕ ⊕ ⊕	◔ ● ⊖	◔ ◔ ◔	◔	◔ ◔ ◔	⊖	⊖ ⊖ ⊖	◔	⊖
		Unternagelraum	◔ ◔ ◔	◔ ⊕ ⊕	◔ ◔ ◔		◔ ◔ ◔		◔ ◔ ◔		
3	»	Handoberfläche	●	●	⊖		⊖		◔		
		Nagelfalz	●	●	◔	◔	◔	◔	◔	◔	⊖
		Unternagelraum	●	●	◔		◔		◔		
4	»	Handoberfläche	⊕	●	◔		◔		◔		
		Nagelfalz	●	●	◔	◔	◔	◔	◔	◔	◔
		Unternagelraum	●	●	◔		◔		◔		
5	»	Handoberfläche	◔	◔	◔		◔		◔		
		Nagelfalz	◔	◔	◔	◔	◔	◔	⊖	◔	◔
		Unternagelraum	◔	●	◔		◔		◔		
6	Dr. Wynen	Handoberfläche	⊕	●	[illegible]		[illegible]		⊕		
		Nagelfalz	●	●	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

		Nagelfalz	◔	●	⊖	◔	⊖	◔	◔	⊖	◔
		Unternagelraum	●	●	⊖		◔		◔		
8	»	Handoberfläche	⊕	●	◔		◔		◔		
		Nagelfalz	●	●	⊖	◔	◔	◔	◔	◔	◔
		Unternagelraum	●	●	◔		⊖		⊖		
9	»	Handoberfläche	◔	◔	⊖		◔		◔		
		Nagelfalz	◔	◔	◔	⊖	⊖	◔	◔	◔	⊖
		Unternagelraum	⊕	●	⊖		⊖		◔		
10	Nägel, prakt. Arzt	Handoberfläche	●	●	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	●	●	⊖	⊖	◔	◔	◔	◔	◔
		Unternagelraum	●	●	⊖		⊖		◔		
11	Plange, cand. med.	Handoberfläche	⊕	⊕	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	●	●	⊖	◔	◔	⊖	◔	⊖	⊖
		Unternagelraum	●	●	⊖		◔		⊖		
12	Engelhardt, prakt. Arzt	Handoberfläche	⊕	●	◔		⊕		⊕		
		Nagelfalz	◔	●	⊖	◔	◔	⊕	⊕	◔	◔
		Unternagelraum	●	●	⊖		◔		◔		
13	»	Handoberfläche	⊕	●	⊖		◔		◔		
		Nagelfalz	⊕	⊕	⊖	◔	◔	◔	◔	⊖	⊖
		Unternagelraum	●	●	◔		◔		◔		
14	Lommel, cand. med.	Handoberfläche	●	●	◔		◔		◔		
		Nagelfalz	●	●	◔	◔	⊖	◔	⊖	⊖	◔
		Unternagelraum	●	●	⊕		◔		◔		
15	Fischer, cand. med.	Handoberfläche	●	●	◔		⊕		⊕		
		Nagelfalz	●	●	⊖	⊕	◔	●	⊕	⊖	◔
		Unternagelraum	●	●	⊖		◔		⊕		

Von den gebadeten Gänden konnten meist nur wenige Keime entnommen werden, einige Platten blieben steril, zwei zeigten viele Keime.

5. Nachdem die Hände 5 Minuten lang mit Sand heftig gescheuert waren, zeigte sich das Sandbad

in 2 Fällen = 13,3 % steril,
» 10 » = 66,6 % waren wenige Keime,
» 2 » = 13,3 % viele und
» 1 Fall = 6,6 % sehr viele Keime vorhanden.

Von den gescheuerten Händen wurden in einer kleinen Anzahl keine Keime auf die Agarplatten übertragen, in den meisten Fällen wenige, in 3 Versuchen viele.

6. Die abgeschabten Teile der rechten Hand ergaben auf den Agarplatten

in 6 Fällen = 40 % keine Keime,
» allen anderen Fällen = 60 % wenige Keime,

die der linken Hand:

in 5 Fällen = 33,3 % sterile Platten,
» 10 » = 66,6 % wenige Keime.

Eitererreger (Staphylokokken) waren in mehreren Versuchen nachweisbar.

Schlufsfolgerung:

1. Da in 2 Fällen mittels der Hölzchenmethode keine Keime von der desinfizierten Hand entnommen werden konnten, nach dem Baden resp. dem Scheuern der desinfizierten Hände aber wieder einige Keime auftraten, so schliefsen wir daraus, dafs die oberflächlich gelegenen Mikroorganismen abgetötet, die tiefer liegenden jedoch lebensfähig geblieben waren.

2. Die Heifswasser-Alkohol-Desinfektion kann deshalb für kurz dauernde Operationen empfohlen werden, ohne Wiederholung der Alkoholwaschung nicht für länger dauernde operative Eingriffe, da der Alkohol nach unseren Versuchen nicht bis in eine Tiefe desinfiziert, dafs geburtshilfliche und chirurgische Operationen ohne Gefahr der Keimübertragung ausgeführt werden können.

Hervorheben will ich an dieser Stelle, daſs Paul-Sarwey und ich bei der gleichen Methode annähernd gleiche Resultate erzielt haben.

2. Versuchsreihe.

Desinfektion mit Seifenspiritus (Mikulicz).

Etwas weniger groſs als bei dem Heiſswasser-Alkohol ist die Reihe der Autoren, die sich mit Seifenspiritus befassen.

An erster Stelle erwähne ich auch hier wieder die Versuche von Paul-Sarwey, da nur diese Versuche, streng genommen, aus erwähnten Gründen zum Vergleich mit den meinigen herangezogen werden können.

Paul und Sarwey erzielten:

Sterilität	Wenig Keime	Viele Keime	Sehr viele Keime
20,1 %	36,2 %	23,4 %	20,1 %.

Sehr zu Ungunsten des Seifenspiritus fielen die Resultate Landsbergs[10]) und Reinickes[8]) aus.

Allerdings hatte der benutzte Seifenspiritus nicht die Zusammensetzung des von Mikulicz empfohlenen Präparats.

Landsberg bediente sich des Spiritus saponatus Hebrae:

Sapon. vir. 50,0,
Spirit. Lavandul . . .
Aq. dest. ãã 25,0,

und Reinicke eines Präparates, das sich aus:

Sapon. virid. 150,0,
Aq. fontis. 250,0,
Spiritus 50,0

zusammensetzte. Trotz längerer Bearbeitung der Hände mit derartiger Seife war stets eine üppige Bakterienentwicklung zu beobachten.

Die Zusammensetzung des officinellen Seifenspiritus, den Mikulicz bei seiner Methode angewendet wissen will, ist nach der von Dr. Weigt ausgeführten Analyse folgende:[11])

Kaliseife 10,2 %	ölsaures	Kali	7,1 %,
	leinölsaures	»	0,5 %,
	palmitinsaures	»	1,3 %,
	arachinsaures	»	1,3 %,

Unverseiftes Olivenöl	0,8 %,
Glycerin	1,0 %,
Alkohol	43,0 %,
Wasser	45,0 %.

Mit diesem Seifenspiritus hat Hanel[11]) auf Veranlassung Mikuliczs' eine ganze Reihe von Versuchen gemacht.

Hanel stellte seine Versuche der Händedesinfektion in der Weise an, dass er die desinfizierten Hände zunächst in sterilem Wasser gründlich abspült und hierauf die Fingerspitzen tief in Agarschalen eindrückt.

Sodann wurden sämtliche Unternagelräume mit Hilfe steriler Hölzchen abgekratzt und die Spitzen derselben auf Agar abgestrichen.

Hanel erhielt bei seinen Versuchen in 70,2 % der Fälle sterile Platten.

Bei unseren Desinfektionsprüfungen benutzten wir, wie Hanel, den officinellen Seifenspiritus.

Meine Resultate sind in Tabelle II, S. 227 niedergelegt.

Die Resultate mit Seifenspiritus sind als schlechte zu bezeichnen, wie ein Blick auf die Tabelle lehrt.

Fast sämtliche Platten entwickelten viele resp. sehr viele Keime.

Das nähere Resultat war folgendes:

1. Von der Tageshand waren in sämtlichen 13 Fällen zahlreiche Keime zu entnehmen.

2. Nach 3 Minuten langer vorbereitender Behandlung der Hände mit Mulltupfer und Nagelreiniger in Seifenspiritus und darauffolgender, 5 Minuten langer, gründlicher Bearbeitung der Hände mit Seifenspiritus und Bürste erhielten wir nur

in 3 Fällen = 23 % je eine sterile Platte, die beiden anderen zeigten wenige resp. viele Keime.

in 10 Fällen = 76,9 % waren wenige, zum Teil viele, ja auf 6 Platten sogar sehr viele Keime gewachsen.

belle II. **Seifenspiritus-Desinfektion.**

logische Prüfung der Hände mit Benutzung des Paul-Sarweyschen sterilen Kastens, nach vorausgegangener Desinfektion mit Seifenspiritus.

⊖ = steril, ⊕ = viele Keime (20—80),
⊙ = wenig Keime (1—20), ● = sehr viele Keime (über 80).

rsuchs-erson	Teile der Hände, welche auf ihren Keimgehalt geprüft werden	Vor der Behandlung mit Seifenspiritus	Nach der Behandlung mit Seifenspiritus						
			Keimgehalt der Hände nach 3 Min. langer vorbereitender Behandlg. mit Mulltupfern u. Nagelreinigern in Seifenspirit., hierauf 5 Min. lange Bearbeit. der Hände mit Seifenspiritus und Bürste	10 Min. langes Baden der mit Seifenspiritus behandelten Hände im steril. 42° warmen Wasser		5 Min. langes Scheuern der Hände im 42° heißen Sandbade		Abschaben der Hände mit steril. scharfen Löffel	
		Keimgehalt der Tageshände		Keimgehalt des Badewassers	Keimgehalt der gebadet. Hände	Keimgehalt des Sandbades	Keimgehalt der gescheuerten Hände	Rechte Hand	Linke Hand
elhardt, t. Arzt	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	● ● ●	● ⊕ ⊕	⊕	⊕ ● ●	●	● ● ⊕	●	●
mmel, d. med.	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	● ● ●	⊕ ⊕ ●	⊕	⊕ ⊕ ●	●	⊕ ⊕ ⊕	⊙	⊙
lange, d. med.	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	⊙ ⊕ ⊕	⊖ ⊙ ⊙	⊕	⊕ ⊙ ⊙	⊕	⊖ ⊕ ⊕	⊙	⊕
scher, d. med.	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	⊕ ● ●	⊙ ⊕ ⊕	⊕	⊕ ● ⊕	⊕	⊕ ⊕ ●	●	⊕
Wynen	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	● ● ●	⊕ ⊕ ●	⊕	⊕ ⊕ ●	●	⊕ ⊕ ⊕	⊕	●
»	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	⊕ ● ●	⊕ ⊕ ⊕	⊕	⊕ ● ●	⊕	⊕ ⊕ ●	⊕	⊙
»	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	● ⊕ ⊕	⊙ ⊕ ⊕	⊕	⊕ ⊙ ●	⊙	⊕ ⊕ ⊕	⊙	⊙
»	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	⊙ ● ●	⊕ ⊕ ⊕	⊙	⊙ ⊕ ⊕	⊕	⊙ ⊕ ⊕	⊖	⊙
Engels	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	⊕ ⊕ ⊕	⊕ ⊕ ⊖	⊕	⊕ ⊕ ⊕	⊕	⊙ ⊖ ⊕	⊙	⊙
»	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	⊕ ● ●	⊙ ● ●	⊕	⊕ ⊕ ⊙	⊙	⊕ ⊕ ●	⊕	●
»	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	● ● ●	⊕ ● ⊙	⊙	⊕ ⊕ ⊕	⊕	⊙ ● ⊙	⊙	⊕
»	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	● ⊕ +	⊕ ⊕ r	⊕	⊕ ⊙ ●	⊙	⊕ ⊕ ⊕	⊕	⊕
»	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	● ● ⊕	⊕ ⊙ ⊖	⊕	⊕ ⊕ ⊕	●	⊙ ⊕ ⊙	●	⊕

3. Nach dem Waschen der Hände im sterilen Kasten war keine Platte = 0 % steril geblieben;

2 Platten = 15,3 % entwickelten wenig Keime,
11 » = 84,6 % entwickelten viele Keime.

Auch von den gebadeten Händen konnten keine keimfreien Platten erzielt werden, vielmehr waren

auf 6 Platten = 15,3 % wenige,
» 24 » = 61,5 % viele und
» 9 » = 23,3 % sehr viele Keime vorhanden.

4. Der Keimgehalt des Sandbades war folgender:

in 3 Fällen = 23 % wenig Keime,
» 6 » = 46 % viele Keime,
» 4 » = 30,6 % sehr viele Keime.

Von den gescheuerten Händen wurden in 2 Versuchen je 1 sterile Platte gewonnen, also

2 sterile Platten . . . . . . = 5,1 %,
auf 6 Platten waren wenig Keime = 15,3 %,
» 25 » » viele » = 64,1 %,
» 6 » » sehr viele » = 15,3 %.

5. Die abgeschabten Teile:

a) der rechten Hand brachten zur Entwicklung:

1 sterile Platte . . . . = 7,6 %,
auf 5 Platten wenig Keime = 38,4 %,
» 4 » viele » = 30,6 %,
» 3 » sehr viele » = 23 %;

b) der linken Hand:

keine sterile Platte = 0 %,
in 5 Fällen = 38,4 % wenig Keime,
» 5 » = 38,4 % viele »
» 3 » = 23 % sehr viele »

Wir ziehen daher den Schlufs:

1. Die Zusammenziehung der Ahlfeldschen Methode, wie sie Mikulicz in seiner Desinfektion mit Seifenspiritus vorschlägt, ist nicht angängig, wie die Versuche anderer, wie Pauls und Sarweys[12]), gezeigt haben, wie es auch unsere Versuche bestätigen.

2. Nach unseren Desinfektionsprüfungen ist nicht nur keine Keimfreiheit, sondern nicht einmal eine erhebliche Keimverminderung erzielt worden (letzteres im Gegensatz zu Paul-Sarweys Versuchen).

3. Demnach fällt auch die Zeitersparnis, welche Paul und Sarwey als Vorzug der Mikuliczschen Methode vor der Ahlfeldschen betonen, nicht ins Gewicht.

3. Versuchsreihe.

Desinfektion mit Formalin-Alkohol.

Den Erwägungen entsprechend, die ich kurz in der Einleitung gegeben, versuchten wir, festzustellen, ob durch Kombination des Alkohols mit anderen Desinfektionsmitteln eine Steigerung der desinfizierenden Wirkung zu erreichen sei. Zu diesen Versuchen beabsichtigten wir, verschiedene Chemikalien heranzuziehen.

Ein Körper, auf den sich neuerdings die Aufmerksamkeit mehr gelenkt hat, ist der Formaldehyd, der ja heute so vielfach zur Desinfektion von Wohnungen verwandt wird, und den wir wegen seiner starken Affinität zu tierischem Gewebe für besonders prüfungswert erachteten.

Wir setzten also Formalin zum 99proz. Alkohol, um die Kombinationswirkung dieses Gemisches kennen zu lernen.

Es wurden zunächst, bevor wir zur bakteriologischen Prüfung mit Formalin-Alkohol desinfizierter Hände übergingen, einige Vorversuche angestellt Dazu wurden von Dr. Wynen und mir Staphylococcus pyogenes aureus, Pyocyaneus, Prodigiosus und Bacillus typhi abdominalis benutzt.

Der Reihe nach liefsen wir

Alkohol absol.
Alkohol 50 %,
3 % Formalin in Wasser,
3 % » » Alkohol absol.,
3 % » » » 50 %,
2 % » » » 50 %,

1 % Formalin in Alkohol 50 %,
0,5 % » » » 50 %,
0,1 % » » » 50 %

auf die oben genannten Mikroorganismen 1—10 Minuten einwirken, und sodann wurde ermittelt, ob die so behandelten Kulturen noch Wachstum zeigten.

Die Versuche enthalten die folgenden Tabellen:

Tabelle III.

Einwirkung von Alkohol absol., Alkohol 50 % und Formalin in alkohol. und wässriger Lösung auf:

Staphyl. pyog. aur.

Dauer der Einwirkung in Minuten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alkohol abs.	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol 50 Prozent	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Proz. Formalin in Wasser . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 » Formalin in Alkohol abs. .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 » Formalin in Alkohol 50 Proz.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 » Formalin in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 » Formalin in Alkohol 50 »	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5 » Formalin in Alkohol 50 »	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1 » Formalin in Alkohol 50 »	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—

Tabelle IV.

Pyocyaneus.

Dauer der Einwirkung in Minuten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alkohol absol.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol 50 Prozent	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 Proz. Formalin in Wasser . . .	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—
3 » Formalin in Alkohol absol.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 » Formalin in Alkohol 50 Proz.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 » Formalin in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 » Formalin in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5 » Formalin in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1 » Formalin in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle V.

Typhus.

Dauer der Einwirkung in Minuten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alkohol absol.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol 50 Proz.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 Proz. Formalin in Wasser	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—
3 Formalin in Alkoh. abs.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 » Formalin in Alkoh. 50 Proz.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 » Formalin in Alkoh. 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 » Formalin in Alkoh. 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5 » Formalin in Alkoh. 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1 » Formalin in Alkoh. 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle VI.

Prodigiosus.

Dauer der Einwirkung in Minuten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alkohol absol.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol 50 Proz.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 Proz. Formalin in Wasser	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 » Formalin in Alkoh. abs.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 » Formalin in Alkoh. 50 Proz.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 » Formalin in Alkoh 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 » Formalin in Alkoh. 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5 » Formalin in Alkoh 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1 » Formalin in Alkoh. 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Die Versuche scheinen zu beweisen, dafs Formalin unter len gewählten Bedingungen in wässeriger Lösung schwächer desnfizierend wirkt als in alkoholischer Lösung. Nur Staphylococcus yogenes aureus wurde durch 1 %, 0,5 % und 0,1 % Formalin in 0proz. Alkohol während einer Einwirkung von 1—2 bezw. Minuten nicht abgetötet.

Nach diesen äufserst günstig ausgefallenen Vorversuchen chritten wir zu den eigentlichen Desinfektionsprüfungen, wozu ir 1, 2 und 3proz. Formalin-Alkohol-Lösungen (Alkohol 99proz.) erwandten.

Tabelle VII. **Formalin-Alkohol, 1, 2 und 3proz.**

Bakteriologische Prüfung der desinfizierten Hände mit Benutzung des Paul-Sarweyschen sterilen Kastens.

⊖ = steril, ⊕ = viele Keime (20—80),
◔ = wenig Keime (1—20), ● = sehr viele Keime (über 80).

Lfd. Nummer	Versuchsperson	Teile der Hände, die auf ihren Keimgehalt untersucht wurden	Vor der Behandlung mit Formalin-Alkohol: Keimgehalt der Tageshände		Nach der Behandlung mit Formalin-Alkohol						
			trocken	nach 5 Min. langem Waschen mit steril. Bürste u. steril. Seife in steril. heifsen Wasser	5 Min. langes Bearbeiten der Hände mit steril. Lappen und Formalin-Alkohol	10 Min. lang. Baden d. m. Formal.-Alkohol behandelten Hände in 42° heifs., sterilen Wasser: Keimgehalt d. Badewassers	Keimgehalt der gebadeten Hände	5 Min. langes Scheuern der Hände in einem 42° heifsen, sterilen Wasser: Keimgehalt d. Sandbades	Keimgehalt der gescheuerten Hände	Abschaben der Hände mit steril., scharfen Löffel: Rechte Hand	Linke Hand
			Formalin-Alkohol, 1proz.								
1	Dr. Engels	Handoberfläche	●	●	⊖		⊕		⊖		
		Nagelfalz	●	●	◔	◔	◔	⊕	⊖	◔	◔
		Unternagelraum	●	●	⊖		◔		◔		
2	»	Handoberfläche	●	◔	◔		◔		⊖		
		Nagelfalz	◔	◔	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	◔
		Unternagelraum	◔	⊕	⊖		⊖		⊖		
3	»	Handoberfläche	◔	◔	◔		⊖		⊖		
		Nagelfalz	◔	◔	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	◔	◔	⊖		⊖		◔		
4	»	Handoberfläche	◔	●	⊖		◔		⊖		
		Nagelfalz	⊕	●	⊖	⊖	⊖	⊕	◔	⊖	⊖
		Unternagelraum	⊕	●	⊖		⊖		⊖		
5	»	Handoberfläche	+	+	[illegible]		[illegible]		◔		
		Nagelfalz	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]		

1	Dr. Engels	Handoberfläche	●	●	[illegible]		[illegible]		[illegible]		
		Nagelfalz	●	●	[illegible]	⊖	[illegible]	+	[illegible]	⊖	⊖
		Unternagelraum	●	●	⊖		◔		⊖		
2	»	Handoberfläche	⊕	●	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	⊕	●	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	◔
		Unternagelraum	⊕	⊕	⊖		◔		◔		
3	»	Handoberfläche	⊕	⊕	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	⊕	⊕	⊖	⊖	⊖	⊖	◔	⊖	⊖
		Unternagelraum	⊕	⊕	⊖		⊖		⊖		
		Formalin-Alkohol, 3 proz.									
1	Dr. Wynen	Handoberfläche	⊕	⊕	⊖		⊕		◔		
		Nagelfalz	⊕	●	◔	◔	◔	◔	◔	⊖	◔
		Unternagelraum	●	●	◔		◔		◔		
2	»	Handoberfläche	●	⊕	◔		◔		◔		
		Nagelfalz	●	●	⊖	◔	⊖	⊖	◔	◔	◔
		Unternagelraum	●	●	⊖		◔		⊖		
3	»	Handoberfläche	●	⊕	⊖		◔		◔		
		Nagelfalz	⊕	●	◔	⊖	◔	⊕	⊖	◔	◔
		Unternagelraum	●	●	⊖		⊖		◔		
4	»	Handoberfläche	⊕	●	⊖		◔		⊖		
		Nagelfalz	●	●	◔	◔	◔	◔	◔	⊖	◔
		Unternagelraum	●	●	◔		◔		◔		
5	»	Handoberfläche	⊕	●	⊖		◔		◔		
		Nagelfalz	⊕	⊕	⊖	◔	◔	⊕	⊕	◔	◔
		Unternagelraum	●	●	◔		⊕		◔		

Ein Vergleich dieser Tabelle mit denjenigen der Heifswasser-Alkohol- und Seifenspiritus-Desinfektion zeigt, dafs der Desinfektionswert der Formalin-Alkohollösungen in allen drei Konzentrationen ein höherer ist als der des Alkohols allein und des Seifenspiritus.

1 proz. Formalin-Alkohol.

1. Resultat nach der Desinfektion:
   11 = 73,3 % sterile Platten,
   4 = 26,6 % Platten mit wenigen Keimen.
2. Das Badewasser lieferte:
   3 = 60 % sterile Platten,
   2 = 40 % Platten mit wenigen Keimen.
3. Die Keimabnahme der gebadeten Hände ergab:
   7 = 46,6 % sterile Platten,
   7 = 46,6 % Platten mit wenig Keimen,
   1 = 6,6 % Platten mit vielen Keimen.
4. Das Sandbad brachte:
   auf 2 Platten = 40 % keine (sterile Platten),
   auf 1 Platte = 20 % wenig,
   auf 2 Platten = 40 % viele Keime zur Entwicklung.
5. Der Keimgehalt der gescheuerten Hände war folgender
   9 = 60 % sterile Platten,
   6 = 40 % Platten mit wenig Keimen.
6. Die Abschabsel:
   a) der rechten Hand entwickelten:
      in 3 Fällen = 60 % keine (sterile Platten),
      in 2 Fällen = 40 % wenig Keime.
   b) der linken Hand:
      in 3 Fällen = 60 % keine (sterile Platten),
      in 2 Fällen = 40 % wenig Keime.

2 proz. Formalin-Alkohol.

1. Resultat nach der Desinfektion: nur sterile Platten.
2. Das Badewasser lieferte ebenfalls nur sterile Platten.
3. Die Keimabnahme der gebadeten Hände ergab:
   6 = 66,6 % sterile Platten.
   3 = 33,3 % Platten mit wenigen Keimen.

4. Das Sandbad brachte:
   auf 2 Platten = 66,6 % keine Keime zur Entwicklung (sterile Platten),
   auf 1 Platte = 33,3 % viele Keime.
5. Der Keimgehalt der gescheuerten Hände war folgender:
   6 = 66,6 % sterile Platten,
   3 = 33,3 % Platten mit wenigen Keimen.
6. Die Abschabsel:
   a) der rechten Hand: nur sterile Platten,
   b) der linken Hand:
      in 2 Fällen = 66,6 % sterile Platten,
      in 1 Fall = 33,3 % wenig Keime.

3proz. Formalin-Alkohol.

1. Nach der Desinfektion:
   8 = 53,3 % sterile Platten,
   7 = 46,6 % Platten mit wenigen Keimen.
2. Das Badewasser lieferte:
   1 sterile Platte = 20 %,
   4 Platten mit wenigen Keimen = 80 %.
3. Die Keimabnahme der gebadeten Hände ergab:
   2 = 13,3 % sterile Platten,
   11 = 73,3 % Platten mit wenigen Keimen,
   2 = 13,3 % Platten mit vielen Keimen.
4. Das Sandbad brachte:
   auf 1 Platte = 20 % keine (sterile Platte),
   auf 2 Platten = 40 % wenige,
   auf 2 Platten = 40 % viele Keime zur Entwicklung.
5. Keimgehalt der gescheuerten Hände:
   3 sterile Platten = 20 %,
   11 Platten mit wenigen Keimen = 73,3 %,
   1 Platte mit vielen Keimen = 6,6 %.
6. Die Abschabsel:
   a) der rechten Hand entwickelten:
      in 2 Fällen = 40 % keine (sterile Platten),
      in 3 Fällen = 60 % wenig Keime,
   b) der linken Hand: auf allen 5 Platten wenige Keime.

So starke bakterientötende Eigenschaften der Formalin-Alkohol demnach auch hat, so ist er für die Praxis doch völlig ungeeignet, da derselbe im hohen Grade die Haut angreift. Schon der 1 proz. Formalin-Alkohol rief regelmäfsig ein Erythem der Haut mit lästigem Juckreiz hervor. Der 2 proz. Formalin-Alkohol bedingte bei mir ein derartiges Ekzem der Haut, dafs es mir unmöglich wurde, die Versuche weiter fortzusetzen und ich den vierten Versuch mit 2 proz. Formalin-Alkohol aus diesem Grunde unterbrechen mufste.

Noch über acht Tage nach diesem letzten Versuche waren die Überreste des Ekzems sicht- und fühlbar. Dr. Wynen unternahm noch den Versuch mit 3 proz. Formalin-Alkohol, mufste aber hier dieselbe Erfahrung machen. Auch nach Formalin-Alkoholbehandlung waren Eitererreger (Staphylokokken) nachzuweisen an der Hand.

Schlufsfolgerung:

1. 1,2 und 3 proz. Formalin-Alkohol tötet mit Sicherheit Bakterien wie Staphylococcus pyogenes aureus, Pyocyaneus, Prodigiosus und Bacillus typhi abdominalis ab (Vorversuche).

2. Zur Händedesinfektion sind diese Lösungen infolge des konstant auftretenden Ekzems der Haut und des unausstehlichen Geruchs des Formalins völlig ungeeignet.

4. Versuchsreihe.

Desinfektion mit Lysoform-Alkohol.

Wir haben also das Formalin als ein stark desinfizierendes Mittel kennen gelernt, das jedoch wegen seines stechenden Geruches und der ätzenden Wirkung auf die Haut als Händedesinfektionsmittel verworfen werden mufs.

Dr. Stephan (Berlin) ist es nun aber gelungen, in seinem schon im Frühjahr 1899 in den Handel gebrachten Lysoform ein Formalinpräparat zugängig gemacht zu haben, das einerseits die desinfizierende Kraft des Formaldehyds besitzt, anderseits aber der unangenehmen Eigenschaften des Formalins entbehrt.

Das Lysoform ist eine hellgelbe, klare Flüssigkeit, von ölartiger Konsistenz, die alkalische Reaktion zeigt. Lysoform

schäumt, macht die Hände schlüpfrig, zeichnet sich, wie auch schon Strafsmann[13]) und Symanski[14]) mitteilten, durch die Eigenschaften einer milden Seife aus. Das Lysoform ist nicht klebrig, zeigt einen schwachen aromatischen Geruch, der jedoch den Formolgeruch nicht ganz zu verdecken vermag. Nach Tierversuchen Symanskis »scheint das Mittel fast ungiftig zu sein«, wirkt weiter stark desodorisierend. Auch ist, wie ich aus eigener Erfahrung feststellen kann, Lysoform selbst in unverdünntem Zustande reizlos und greift die Haut in keiner Weise an. Nur findet bei häufigem Gebrauch konzentrierter Lösungen eine geringe Härtung der Epidermis statt; die üblichen Lösungen halten die Epidermis geschmeidig und üben auch eine antihidrotische Wirkung aus. Dermatitiden sind bisher nach Lysoform niemals beobachtet worden. Weder Instrumente noch Kleidungsstücke werden durch Lysoform beschädigt. Lysoform ist in beliebigen Konzentrationen im Wasser löslich, leider nur unter Trübung, so dafs man eine Seifenlösung vor sich zu haben glaubt. Dasselbe zeigt sich nach meinen Versuchen bei Auflösung des Lysoforms in 25-, 50- etc. proz. Alkohol. Ich habe jedoch gefunden, dafs sich das Lysoform in 99 proz. Alkohol stets ohne Trübung, also ganz klar löst. Diese Thatsache war für mich von grofser Bedeutung, da meine weiteren Versuche sich ja mit 99 proz. Alkohol + Lysoform beschäftigen. In destilliertem Wasser stellt sich die seifige Trübung erst nach einiger Zeit ein. Wir sehen also, dafs sich das neue Präparat durch hervorragende Eigenschaften auszeichnet; kein Wunder deshalb, dafs dasselbe sich schon in die allgemeine Praxis Eingang verschafft hat. Günstige Wirkungen aus der Praxis teilen unter anderen Strafsmann[15]), Dührfsen[16]), Goliner[17]), Simons[18]) etc. mit. Vor allem wird es gerne in der Gynäkologie und bei Blasenerkrankungen (Ausspülungen) angewandt. Arnheim[19]) fand Lysoformlösung geeignet zur Verhütung des Anlaufens der Kehlkopfspiegel. Alle stimmen in dem Urteil überein, Lysoform ist ein angenehmes, ungiftiges Desinfektionsmittel, das in seinen wässerigen Lösungen allerdings hinter anderen Desinfizientien wie Lysol zurücksteht.

Tabelle VIII. 3 proz. Lysoform-Wasser.

Bakteriologische Untersuchung der desinfizierten Hände mit Hilfe des Paul-Sarweyschen sterilen Kastens.

⊖ = steril, ⊕ = viele Keime (20—80),
◔ = wenig Keime (1—20), ● = sehr viele Keime (über 80).

Lfd. Nummer	Versuchsperson	Teile der Hände, die geprüft werden auf ihren Keimgehalt	Vor der Behandlung mit Lysoform-Wasser: Keimgehalt der Tageshände: trocken	Vor der Behandlung: Keimgehalt der Tageshände: Nach 5 Min. langem Waschen mit steril. Bürste und Seife in steril., heißen Wasser	Nach der Behandlung mit Lysoform-Wasser: 6 Min. langes Bearbeiten der Hände in Lysoform-Wasser, 3 proz., mit steril. Flanelllappen	10 Min. lang. Baden der desinfizierten Hände in 42° warmem, sterilen Wasser: Keimgehalt d. Badewassers	10 Min. lang. Baden …: Keimgehalt der gebadeten Hände	5 Min. langes Scheuern der Hände in einem 42° heißen sterilen Sandbade: Keimgehalt d. Sandbades	5 Min. langes Scheuern …: Keimgehalt der gescheuerten Hände	Abschaben der Hände mit steril., scharfen Löffel: Rechte Hand	Abschaben …: Linke Hand
1	Dr. Engels	Handoberfläche	◔	●	⊕		⊕		◔		
		Nagelfalz	◔	●	⊕	◔	◔	◔	◔	⊕	⊕
		Unternagelraum	◔	●	◔		◔		◔		
2	„	Handoberfläche	◔	⊕	⊕		⊕		⊕		
		Nagelfalz	⊕	⊕	⊕	●	◔	⊕	⊕	●	⊕
		Unternagelraum	⊕	⊕	⊕		◔		◔		
3	„	Handoberfläche	●	●	⊖		◔		◔		
		Nagelfalz	⊕	◔	◔	⊕	⊖	⊕	⊕	◔	⊕
		Unternagelraum	⊕	⊕	◔		●		◔		
4	„	Handoberfläche	●	◔	●		⊕		⊕		
		Nagelfalz	◔	●	⊕	◔	⊕	◔	●	⊕	◔
		Unternagelraum	⊕	⊕	⊕	•	⊕		●		

Wie Ahlfeld[20]) in Nr. 51 des Centralblattes für Gynäkologie 1900 in seiner Arbeit »Prüfung des Lysoforms als Händedesinfiziens« mitteilt, hat er mit 18 Schülerinnen unter Verwendung 3—4 proz. Lysoform-Wasserlösungen Versuche vorgenommen, dabei stets eine Trübung der Bouillonröhrchen erhalten, weshalb er Lysoform als Händedesinfektionsmittel verwirft. Auch unsere Vorversuche haben ergeben, daſs Lysoform in wässerigen Lösungen keine keimtötende Wirkung auf Staphyl. pyog. aureus, Pyocyaneus, Prodigiosus und Bac. typhi abdom. entfaltet. Auch bei Händedesinfektionsversuchen erhielten wir, wie die beiliegende Tabelle VIII zeigt, sehr ungünstige Resultate. Es gab kaum einmal eine sterile Platte. Dahingegen fielen unsere Vorversuche mit Lysoform-Alkohollösungen positiv aus. Deshalb nahmen wir umfangreiche Händedesinfektionen mit letzteren Lösungen vor; wir verwandten 1, 2, 3 und 5proz. Lösungen, benutzten zur Nachprüfung wieder den Paul-Sarweyschen sterilen Kasten in der oben näher beschriebenen Weise und kamen, wie ich jetzt schon kurz mitteilen will, zu einem äuſserst günstigen Resultat.

Ich lasse zunächst die Tabellen der Vorversuche folgen:

Tabelle IX.

Einwirkung von Alkohol absol., Alkohol 50 %, wäſsriger und alkohol. Lysoformlösung auf:

Staphyl. pyog. aur.

Dauer der Einwirkung in Minuten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alkohol absol.	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol 50 Prozent	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Proz. Lysoform in Wasser . . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 » Lysoform in Alkohol absol.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 » Lysoform in Alkohol 50 Proz.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 » Lysoform in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 » Lysoform in Alkohol 50 »	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5 » Lysoform in Alkohol 50 »	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1 » Lysoform in Alkohol 50 »	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle X.

Pyocyaneus.

Dauer der Einwirkung in Minuten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alkohol absol.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol 50 Prozent	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 Proz. Lysoform in Wasser	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 » Lysoform in Alkohol absol.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 » Lysoform in Alkohol 50 Proz.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 » Lysoform in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 » Lysoform in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5 » Lysoform in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1 » Lysoform in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle XI.

Typhus.

Dauer der Einwirkung in Minuten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alkohol absol.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol 50 Prozent	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 Proz. Lysoform in Wasser	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 » Lysoform in Alkohol absol.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 » Lysoform in Alkohol 50 Proz.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 » Lysoform in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 » Lysoform in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5 » Lysoform in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1 » Lysoform in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle XII.

Prodigiosus.

Dauer der Einwirkung in Minuten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Alkohol absol.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol 50 Prozent	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 Proz. Lysoform in Wasser	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 » Lysoform in Alkohol absol.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 » Lysoform in Alkohol 50 Proz.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 » Lysoform in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 » Lysoform in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,5 » Lysoform in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1 » Lysoform in Alkohol 50 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Wir sehen, dafs 3 % Lysoform-Wasserlösung keine der 4 Mikroorganismenarten in 10 Minuten abzutöten vermag, dafs stets

noch Keime zur Entwicklung gekommen sind. Anders steht es mit den Lysoform-Alkohollösungen.

Es kamen: 3 %	Lysoform	+	Alkohol	absol.
3 %	»	+	»	50 %
2 %	»	+	»	50 %
1 %	»	+	»	50 %
0,5 %	»	+	»	50 %
0,1 %	»	+	»	50 %

zur Verwendung, welche Lösungen wir 1—10 Minuten einwirken liefsen. Dabei konnte konstatiert werden, dafs 1 % Lysoform-Alkohol (50proz.) während einer Einwirkungsdauer von 1 und 2 Minuten den Staphyl. pyog. aur. nicht abtötete, 0,5 % und 0,1 % Lysoform und Alkohol 50proz. liefsen den Staphyl. nach einer Einwirkungsdauer von 1 resp. 3 Minuten noch zur Entwicklung kommen. In sämtlichen anderen Fällen waren die Keime unschädlich gemacht, sie kamen im Nährboden nicht zur Entwicklung.

Die Methodik, deren wir uns bei diesen Vorversuchen, wie auch bei den mit Formaldehyd-Alkohollösungen bedient hatten, erschien uns bei genauerer Überlegung selbst nicht ganz einwandfrei. Man hatte flüssige Kulturen von 24stündiger Wachstumsdauer mit gleichen Mengen der Desinfizientien von doppelt hohem Gehalt als angegeben zusammengebracht, beides bei bestimmter Temperatur im Wasserbad auf einander verschieden lange Zeit einwirken lassen und nach Ablauf der angegebenen Perioden Proben zum Ausstreichen auf Agar oder Plattengiefsen entnommen. Dabei konnte von dem Desinfiziens mit auf dem Nährboden übertragen sein, was entwicklungshemmend wirkte, es konnte in der kleinen Probe nichts mehr, in der übrigen Flüssigkeit noch sehr viel vorhanden sein etc. Wir beschlossen daher, diese Vorprüfungen in etwas ausgedehnterem Mafse auch mit anderer Methodik zu wiederholen. Als Testobjekt wurde nur Staph. pyog. aurens genommen, als Menstruum einmal Seidenfäden, sonst immer böhmische Granaten; in den ersten beiden Versuchsreihen mit Granaten lagen letztere am Boden von Glasgefäfsen; in den letzten beiden waren sie auf feinen Haarnetzen

derart untergebracht, dafs die Desinfektionsflüssigkeit von allen Seiten an die an den Granaten angetrockneten Staphylokokken heran konnte. Die Resultate dieser Vorversuche sind aufgezeichnet in den hier folgenden Tabellen XIII. bis XVII.

Tabelle XIII.

Einwirkung von Lysoform-Alkohollösungen auf Staphylococcus pyogenes aureus (an Seidenfäden angetrocknet).

Einwirkungsdauer in Minuten	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	30	40	60
25 Proz. Alkohol + Lysoform 1 Proz.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—
25 » Alkohol + Lysoform 2 »	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—
25 » Alkohol + Lysoform 3 »	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—
60 » Alkohol + Lysoform 1 »	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—
60 » Alkohol + Lysoform 2 »	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	—	—
60 » Alkohol + Lysoform 3 »	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	—	—
70 » Alkohol + Lysoform 1 »	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—
70 » Alkohol + Lysoform 2 »	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—
70 » Alkohol + Lysoform 3 »	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	—	—
80 » Alkohol + Lysoform 1 »	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—
80 » Alkohol + Lysoform 2 »	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—
80 » Alkohol + Lysoform 3 »	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—
Alkohol absol. + Lysoform 1 »	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol absol. + Lysoform 2 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol absol. + Lysoform 3 »	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle XIV.

Einwirkung von Lysoform-Alkohollösungen auf Staphylococcus pyogenes aureus (an Granaten angetrocknet).

Einwirkungsdauer in Minuten	5	10	20	30
25 Proz. Alkohol + Lysoform 1 Prozent . .	—	—	+	—
25 » Alkohol + Lysoform 2 » . .	+	+	—	—
25 » Alkohol + Lysoform 3 » . .	—	—	+	+
60 » Alkohol + Lysoform 1 » . .	+	+	—	+
60 » Alkohol + Lysoform 2 » . .	—	+	—	—
60 » Alkokol + Lysoform 3 » . .	+	+	+	+
70 » Alkohol + Lysoform 1 » . .	—	—	—	—
70 » Alkohol + Lysoform 2 » . .	—	—	—	—
70 » Alkohol + Lysoform 3 » . .	—	—	—	+
80 » Alkohol + Lysoform 1 » . .	+	—	+	+
80 » Alkohol + Lysoform 2 » . .	+	+	+	+
80 » Alkohol + Lysoform 3 » . .	+	—	+	+
Alkohol absol. + Lysoform 1 » . .	+	+	+	+
Alkohol absol. + Lysoform 2 » . .	+	+	+	—
Alkohol absol. + Lysoform 3 » . .	—	+	—	+

Tabelle XV.

Einwirkung von Lysoform-Alkohollösungen auf Staphylococcus pyogenes aureus (an Granaten angetrocknet).

Einwirkungsdauer in Minuten	1	3	5	10	20	40
25 Proz. Alkohol + Lysoform 1 Proz.	+	+	—	—	—	—
25 » Alkohol + Lysoform 2 »	+	+	—	—	—	—
25 » Alkohol + Lysoform 3 »	+	+	+	—	+	—
60 » Alkohol + Lysoform 1 »	+	—	+	—	—	—
60 » Alkohol + Lysoform 2 »	+	—	—	—	—	—
60 » Alkohol + Lysoform 3 »	+	—	—	—	—	—
70 » Alkohol + Lysoform 1 »	—	—	—	—	—	—
70 » Alkohol + Lysoform 2 »	+	—	—	—	—	—
70 » Alkohol + Lysoform 3 »	+	—	—	—	—	—
80 » Alkohol + Lysoform 1 »	—	+	—	—	—	—
80 » Alkohol + Lysoform 2 »	—	+	—	—	—	—
80 » Alkohol + Lysoform 3 »	—	—	—	—	—	—
Alkohol absol. + Lysoform 1 »	—	—	—	+	—	—
Alkohol absol. + Lysoform 2 »	—	—	+	—	+	—
Alkohol absol. + Lysoform 3 »	+	—	—	—	+	—

Tabelle XVI.

Einwirkung von Lysoform-Alkohollösungen auf Staphylococcus pyogenes aureus (an Granaten angetrocknet, mit Benutzung eines Bänkchens zur Aufnahme der Granate).

Einwirkungsdauer in Minuten	1/2	1	2	3	5	10	20	40
25 Proz. Alkohol + Lysoform 1 Proz.	+	—	+	—	—	—	—	—
25 » Alkohol + Lysoform 2 »	+	—	+	—	—	—	—	—
25 » Alkohol + Lysoform 3 »	+	—	+	—	—	—	—	—
60 » Alkohol + Lysoform 1 »	+	—	—	—	—	—	—	—
60 » Alkohol + Lysoform 2 »	+	—	—	—	—	—	—	—
60 » Alkohol + lysoform 3 »	+	—	—	—	—	—	—	—
70 » Alkohol + Lysoform 1 »	+	—	—	—	—	—	—	—
70 » Alkohol + Lysoform 2 »	+	+	—	—	—	—	—	—
70 » Alkohol + Lysoform 3 »	+	—	—	—	—	—	—	—
80 » Alkohol + Lysoform 1 »	+	+	—	—	—	—	—	—
80 » Alkohol + Lysoform 2 »	+	—	—	—	—	—	—	—
80 » Alkohol + Lysoform 3 »	+	+	—	—	—	—	—	—
Alkohol absol. + Lysoform 1 »	—	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol absol. + Lysoform 2 »	—	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol absol. + Lysoform 3 »	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle XVII.

Einwirkung von Lysoform-Alkohollösungen auf Staphylococcus pyogenes aureus (an Granaten angetrocknet, mit Benutzung eines Bänkchens zur Aufnahme der Granate).

Einwirkungsdauer in Minuten	1/2	1	2	3	5	10	20	40
25 Proz. Alkohol + Lysoform 1 Proz.	+	—	—	—	—	—	—	—
25 » Alkohol + Lysoform 2 »	+	+	+	—	—	—	—	—
25 » Alkohol + Lysoform 3 »	+	+	—	—	—	—	—	—
60 » Alkohol + Lysoform 1 »	—	—	—	—	—	—	—	—
60 » Alkohol + Lysoform 2 »	+	—	—	—	—	—	—	—
60 » Alkohol + Lysoform 3 »	—	—	—	—	—	—	—	—
70 » Alkohol + Lysoform 1 »	—	—	—	—	—	—	—	—
70 » Alkohol + Lysoform 2 »	—	—	—	—	—	—	—	—
70 » Alkohol + Lysoform 3 »	+	—	—	—	—	—	—	—
80 » Alkohol + Lysoform 1 »	+	—	—	—	—	—	—	—
80 » Alkohol + Lysoform 2 »	+	+	—	—	—	—	—	—
80 » Alkohol + Lysoform 3 »	—	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol absol. + Lysoform 1 »	+	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol absol. + Lysoform 2 »	—	—	—	—	—	—	—	—
Alkohol absol. + Lysoform 3 »	—	—	—	—	—	—	—	—

Die sehr günstigen Resultate dieser Vorversuche ermutigten uns sehr zu unseren ferneren Lysoform-Alkoholversuchen.

Wir wählten als Alkohol den 99 proz., denn nur dieser allein gibt, wie ich gefunden habe, mit Lysoform keine Trübung. Lysoform wurde 1-, 2-, 3- und 5 proz. hinzugesetzt.

Ich habe auch hier die Versuche meines verstorbenen Vorgängers Dr. Wynen, mit aufgenommen; unsere Resultate stimmen überall überein.

Die Tabellen XVIII—XXI ergeben das Resultat.

Die Versuche mit 1-, 2-, 3- und 5 proz. Lysoform-Alkohol ergeben demnach, soweit aus der kleinen Anzahl von Versuchen überhaupt ein Schlufs gezogen werden kann, folgendes:

Die Resultate mit dem 1 proz. Lysoform-Alkohol waren schon recht gute. Bei weitem das beste Endergebnis erzielte ich mit dem 2 proz. Lysoform-Alkohol. Merkwürdigerweise nahm die Anzahl der sterilen Platten mit der 3 proz. Lösung erheblich ab, und der 5 proz. Lysoform-Alkohol zeigte schon eine wesentlich kleinere Anzahl steriler Platten als der 2 proz.

(Fortsetzung des Textes auf S. 251.)

lle XVIII. **Lysoform-Alkohol, 1 proz.**

ische Prüfung der desinfizierten Hände mit Benutzung des Paul-Sarweyschen sterilen Kastens.

⊖ = steril, ⊕ = viele Keime (20—80).
◐ = wenig Keime (1—20), ● = sehr viele Keime (über 80).

Teile der Hände, die auf ihren Keimgehalt geprüft werden	Vor der Behandlung mit Lysoform-Alkohol: Keimgehalt der Tageshände		Nach der Behandlung mit Lysoform-Alkohol: 5 Min. lang. Bearbeiten der Hände mit steril. Lappen u. Lysoform-Alkohol	10 Min. langes Baden der mit Lysoform-Alkohol behandelten Hände in 42° heißem, steril. Wasser		5 Min. langes Scheuern der Hände in einem 42° heißen, sterilen Sandbade		Abschaben der Hände mit steril., scharfem Löffel	
	trocken	nach 5 Min. langem Waschen mit steriler Bürste und steriler Seife in sterilem, heißen Wasser	Keimgehalt der Hände	Keimgehalt des Badewassers	Keimgehalt der gebadeten Hände	Keimgehalt des Sandbades	Keimgehalt der gescheuerten Hände	Rechte Hand	Linke Hand
Handoberfläche	◐	◐	⊖		◐		⊖		
Nagelfalz	⊕	⊕	⊖	◐	⊖	⊖	⊖	⊖	◐
Unternagelraum	⊕	⊕	⊖		⊖		⊖		
Handoberfläche	◐	⊕	⊖		⊖		⊖		
Nagelfalz	●	●	⊖	⊖	◐	⊖	⊖	◐	⊖
Unternagelraum	◐	●	⊖		◐		⊖		
Handoberfläche	◐	◐	⊖		⊖		◐		
Nagelfalz	◐	⊖	◐	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
Unternagelraum	●	◐	⊖		⊖		⊖		
Handoberfläche	◐	⊕	⊖		⊖		◐		
Nagelfalz	⊕	⊕	⊖	◐	⊖	⊖	◐	◐	⊖
Unternagelraum	⊕	⊕	◐		◐		⊖		
Handoberfläche	◐	◐	⊖		⊖		⊖		
Nagelfalz	◐	◐	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
Unternagelraum	⊕	◐	◐		⊖		⊖		
Handoberfläche	⊕	●	⊖		⊖		⊖		
Nagelfalz	●	●	◐	◐	⊖	◐	◐	⊖	◐
Unternagelraum	●	●	◐		◐		◐		
Handoberfläche	●	●	◐		◐		◐		
Nagelfalz	⊕	●	⊖	◐	⊖	⊖	⊖	◐	◐
Unternagelraum	●	●	⊖		◐		⊖		
Handoberfläche	◐	⊕	◐		⊖		◐		
Nagelfalz	⊕	●	⊖	◐	⊖	⊖	⊖	◐	⊖
Unternagelraum	●	●	⊖		⊖		⊖		
Handoberfläche	●	●	⊖		⊖		⊖		
Nagelfalz	⊕	●	◐	◐	◐	◐	◐	⊖	◐
Unternagelraum	●	●	◐		⊖		◐		
Handoberfläche	⊕	●	⊖		⊖		◐		
Nagelfalz	⊕	●	⊖	⊖	◐	◐	⊖	⊖	⊖
Unternagelraum	●	●	◐		◐		◐		

Tabelle XIX. **Lysoform-Alkohol, 3 proz.**

Bakteriologische Prüfung der desinfizierten Hände mit Benutzung des Paul-Sarweyschen sterilen Kastens.

⊖ = steril, ⊕ = viele Keime (20—80),
◔ = wenig Keime (1—20), ● = sehr viele Keime (über 80).

Lfd. Nummer	Versuchsperson	Teile der Hände, die auf ihren Keimgehalt geprüft werden	Vor der Behandlung mit Lysoform-Alkohol: Keimgehalt der Tageshände: trocken	Vor der Behandlung mit Lysoform-Alkohol: Keimgehalt der Tageshände: Nach 5 Min. langem Waschen mit steril. Bürste u. steril. Seife in steril., heißen Wasser	Nach der Behandlung mit Lysoform-Alkohol: 5 Min. langes Bearbeiten der Hände m. steril. Lappen u. Lysoform-Alkohol: Keimgehalt der Hände	10 Min. lang. Baden der desinfizierten Hände in 42° warmem, sterilen Wasser: Keimgehalt d. Badewassers	10 Min. lang. Baden …: Keimgehalt der gebadeten Hände	5 Min. langes Scheuern der Hände in 42° heißem, sterilen Sandbade: Keimgehalt d. Sandbades	5 Min. langes Scheuern …: Keimgehalt der gescheuerten Hände	Abschaben der Hände mit steril., scharfem Löffel: Rechte Hand	Abschaben …: Linke Hand
1	Dr. Engels	Handoberfläche	●	⊕	◔	◔	◔	◔	⊖	◔	◔
		Nagelfalz	⊕	⊕	⊖		⊖		⊖		
		Unternagelraum	⊕	⊕	⊖		⊖		⊖		
2	»	Handoberfläche	⊕	⊕	⊖	◔	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
		Nagelfalz	◔	⊕	◔		◔		◔		
		Unternagelraum	●	●	⊖		⊖		◔		
3	»	Handoberfläche	⊕	●	⊖	⊕	◔	◔	◔	⊖	⊖
		Nagelfalz	●	●	⊖		◔		⊖		
		Unternagelraum	●	●	⊖		⊖		⊖		
4	»	Handoberfläche	⊕	●	⊖	◔	⊖	⊖	⊖	⊖	◔
		Nagelfalz	●	●	⊖		⊖		⊖		
		Unternagelraum	⊕	●	⊖		⊖		◔		
5	»	Handoberfläche	◔	◔	⊖	⊖	⊖	◔	⊖	⊖	⊖
		Nagelfalz	⊕	◔	⊖		◔		[illegible]		
		Unternagelraum	⊕	⊕	◔		⊖		[illegible]		
6	Dr. Wynen	Handoberfläche	+	●	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		Nagelfalz	●	●	[illegible]		[illegible]		[illegible]		

8	»	Handoberfläche / Nagelfalz / Unternagelraum	● / + / ⊕	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
9	»	Handoberfläche / Nagelfalz / Unternagelraum	● / ● / ●	⊕ / ● / ●	Φ / Φ / Φ	Φ	Φ / Φ / Φ	Φ	Φ / Φ / ◔	◔	Φ
10	Lommel, cand. med.	Handoberfläche / Nagelfalz / Unternagelraum	● / ● / ●	● / ● / ●	◔ / ◔ / ◔	◔	⊕ / ◔ / ◔	◔	◔ / ◔ / Φ	Φ	Φ
11	»	Handoberfläche / Nagelfalz / Unternagelraum	● / ● / ●	● / ● / ●	Φ / ◔ / Φ	◔	Φ / ◔ / ◔	Φ	◔ / ◔ / Φ	◔	◔
12	Fischer, cand med.	Handoberfläche / Nagelfalz / Unternagelraum	● / ● / ●	● / ● / ●	Φ / Φ / Φ	◔	◔ / ◔ / ◔	◔	◔ / ◔ / ◔	Φ	◔
13	Engelhardt, prakt. Arzt	Handoberfläche / Nagelfalz / Unternagelraum	● / ⊕ / ●	● / ● / ●	Φ / Φ / ◔	◔	⊕ / ◔ / ◔	◔	⊕ / ◔ / ◔	◔	⊕
14	Plange, cand. med.	Handoberfläche / Nagelfalz / Unternagelraum	⊕ / ⊕ / ●	⊕ / ● / ●	Φ / Φ / ◔	◔	◔ / ◔ / ◔	◔	Φ / ◔ / ◔	Φ	◔
15	»	Handoberfläche / Nagelfalz / Unternagelraum	◔ / ◔ / ⊕	◔ / ● / ●	Φ / Φ / Φ	Φ	Φ / ◔ / ◔	◔	Φ / Φ / ◔	Φ	Φ
16	»	Handoberfläche / Nagelfalz / Unternagelraum	⊕ / ◔ / ⊕	⊕ / ● / ⊕	Φ / Φ / ◔	Φ	Φ / Φ / ◔	Φ	Φ / Φ / ◔	Φ	Φ
17	Nägel, prakt. Arzt	Handoberfläche / Nagelfalz / Unternagelraum	● / ● / ●	● / ● / ●	◔ / Φ / Φ	Φ	◔ / Φ / Φ	Φ	Φ / ◔ / Φ	Φ	◔

Tabelle XX. **Lysoform-Alkohol, 2 und 5 proz.**

Bakteriologische Prüfung der desinfizierten Hände mit Benutzung des Paul-Sar[...] sterilen Kastens.

⊖ = steril, ⊕ = viele Keime (20—80),
⊙ = wenig Keime (1—20), ● = sehr viele Keime (über 80).

Lfd. Nummer	Versuchsperson	Teile der Hände, die auf ihren Keimgehalt geprüft werden	Vor der Behandlung mit Lysoform-Alkohol: Keimgehalt der Tageshände: trocken	Vor der Behandlung mit Lysoform-Alkohol: Keimgehalt der Tageshände: nach 5 Min. langem Waschem mit steriler Bürste und steril. Seife in sterilem, heifsen Wasser	Nach der Behandlung mit Lysoform-[...]: 5 Min. lang. Bearbeiten der Hände mit steril. Lappen u. Lysoform-Alkohol: Keimgehalt der Hände	10 Min. langes Baden der mit Lysoform-Alkohol behandelten Hände in 42° heifsem, steril. Wasser: Keimgehalt des Badewassers	10 Min. langes Baden …: Keimgehalt der gebadeten Hände	5 Min. langes Scheuern der Hände in einem 42° heifsen, sterilen Sandbade: Keimgehalt des Sandbades	5 Min. langes Scheuern …: Keimgehalt der gescheuerten Hände
		Lysoform-Alkohol, 2 proz.							
1	Dr. Engels	Handoberfläche	⊕	●	⊖		⊖		⊖
		Nagelfalz	⊕	●	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	●	●	⊖		⊖		⊖
2		Handoberfläche	⊙	⊙	⊖		⊙		⊖
		Nagelfalz	⊙	⊕	⊖	⊙	⊖	⊙	⊖
		Unternagelraum	⊙	●	⊖		⊖		⊖
3		Handoberfläche	●	●	⊖		⊖		⊙
		Nagelfalz	⊙	●	⊖	⊙	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	●	●	⊖		⊙		⊙
4		Handoberfläche	⊕	⊙	⊖		⊙		⊖
		Nagelfalz	●	⊕	⊖	⊖	⊙	⊙	⊙
		Unternagelraum	⊕	●	⊙		⊙		⊙
5		Handoberfläche	⊙	⊙	⊖		⊙		⊖
		Nagelfalz	⊙	⊙	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	●	●	⊖		⊖		⊖
		Lysoform-Alkohol, 5 proz.							
1	Dr. Wynen	Handoberfläche	●	●	⊙		⊖		⊖
		Nagelfalz	●	●	⊖	⊙	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	●	●	⊖		⊙		⊖
2		Handoberfläche	⊕	●	⊖		⊖		⊙
		Nagelfalz	●	●	⊖	⊙	⊙	⊖	⊙
		Unternagelraum	●	●	⊙		⊖		⊖
3		Handoberfläche	⊕	●	⊖		⊙		⊙
		Nagelfalz	⊕	●	⊙	⊖	⊖	⊙	⊖
		Unternagelraum	●	●	⊖		⊙		⊙
4		Handoberfläche	●	●	⊖		⊙		⊖
		Nagelfalz	⊕	●	⊙	⊙	⊖	⊙	⊖
		Unternagelraum	●	●	⊙		⊖		⊙
5		Handoberfläche	●	⊕	⊖		⊙		⊖
		Nagelfalz	⊕	●	⊖	⊖	⊙	⊙	⊙
		Unternagelraum	●	●	⊙		⊖		⊙

Tabelle XXI. Resultat:

1 proz. Lysoform-Alkohol	2 proz. Lysoform-Alkohol	3 proz. Lysoform-Alkohol	5 proz. Lysoform-Alkohol
1. Die Keimabnahme von der desinfizierten Hand:			
In 2 Fällen = 20 % 3 sterile Platten In 7 Fällen = 70 % 2 sterile Platten, auf 1 Platte wenig Keime In 1 Fall = 10 % 1 sterile Platte, auf 2 Platten wenig Keime	In 4 Fällen = 80 % 3 sterile Platten In 1 Fall = 20 % 2 sterile Platten, auf 1 Platte wenig Keime	In 5 Fällen = 29,4 % 3 ster. Platten In 9 Fällen = 52,9 % 2 ster. Platten, auf 1 Platte wenig Keime In 2 Fällen = 11,7 % 1 ster. Platten, auf 2 Platten wenig Keime In 1 Fall = 5,8 % keine sterile Platte, auf 3 Platten wenig Keime	In 4 Fällen = 80 % 2 sterile Platten, auf 1 Platte wenig Keime In 1 Fall = 20 % 1 sterile Platte, auf 2 Platten wenig Keime
2. Nach dem Baden der desinfizierten Hände:			
a) Badewasser:			
In 5 Fällen = 50 % sterile Platten In 5 Fällen = 50 % sterile Platten	In 3 Fällen = 60 % sterile Platten In 2 Fällen = 40 % wenig Keime	In 7 Fällen = 41,1 % sterile Platten In 9 Fällen = 52,9 % wenig Keime In 1 Fall = 5,8 % viele Keime	In 2 Fällen = 40 % sterile Platten In 3 Fällen = 60 % wenig Keime
b) Hände:			
In 2 Fällen = 20 % 3 sterile Platten In 5 Fällen = 50 % 2 sterile Platten, auf 1 Platte wenig Keime In 3 Fällen = 30 % 1 sterile Platte, auf 2 Platten wenig Keime	In 1 Fall = 20 % 3 sterile Platten In 3 Fällen = 60 % 2 sterile Platten, auf 1 Platte wenig Keime In 1 Fall = 20 % keine sterile Platte, auf allen 3 Platten wenig Keime	In 2 Fällen = 11,7 % 3 ster. Platten In 7 Fällen = 41,1 % 2 ster. Platten, auf 1 Platte wenig Keime In 4 Fällen = 23,5 % 1 ster. Platte, auf 2 Platten wenig Keime In 4 Fällen = 23,5 % keine sterile Platte, auf 3 Platten wenig resp. viele Keime	In 3 Fällen = 60 % 2 ster. Platten, auf 1 Platte wenig Keime In 2 Fällen = 40 % 1 ster. Platte, auf 2 Platten wenig Keime

Fortsetzung zu Tabelle XXI.

1 proz. Lysoform-Alkohol	2 proz. Lysoform-Alkohol	3 proz. Lysoform-Alkohol	5 proz. Lysoform-Alkohol
3. Nach dem Scheuern der gebadeten Hände:			
a) Sandbad:			
In 7 Fällen = 70% sterile Platten In 3 Fällen = 30% wenig Keime	In 3 Fällen = 60% sterile Platten In 2 Fällen = 40% wenig Keime	In 7 Fällen = 41,1% sterile Platten In 9 Fällen = 52,9% wenig Keime In 1 Fall = 5,8% viele Keime	In 2 Fällen = 40% sterile Platten In 3 Fällen = 60% wenig Keime
b) Hände:			
In 4 Fällen = 40% 3 sterile Platten In 2 Fällen = 20% 2 sterile Platten, auf 1 Platte wenig Keime In 4 Fällen = 40% 1 sterile Platte, auf 2 Platten wenig Keime	In 3 Fällen = 60% 3 sterile Platten In 2 Fällen = 40% 1 sterile Platte, auf 2 Platten wenig Keime,	In 2 Fällen = 11,7% 3 ster. Platten In 6 Fällen = 35,2% 2 ster. Platten, auf 1 Platte wenig Keime In 6 Fällen = 35,2% 1 ster. Platte, auf 2 Platten wenig Keime In 3 Fällen = 17,6% keine sterile Platte, auf 3 Platten wenig resp. viele Keime	In 1 Fall = 20% 3 ster. Platten In 1 Fall = 20% 2 ster. Platten, auf 1 Platte wenig Keime In 3 Fällen = 60% 1 ster. Platte, auf 2 Platten wenig Keime
4. Die Abschabsel der Hände:			
a) Rechte Hand:			
In 6 Fällen = 60% sterile Platten In 4 Fällen = 40% wenig Keime	In 4 Fällen = 80% sterile Platten In 1 Fall = 20% wenig Keime	In 11 Fällen = 63,5% sterile Platten In 6 Fällen = 35,2% wenig Keime	In 3 Fällen = 60% sterile Platten In 2 Fällen = 40% wenig Keime
b) Linke Hand:			
In 5 Fällen 50% sterile Platten In 5 Fällen 50% wenig Keime	In 2 Fällen 40% sterile Platten In 3 Fällen 60% wenig Keime	In 8 Fällen 47% sterile Platten In 8 Fällen 47% wenig Keime In 1 Fall 5,8% viele Keime	In 1 Fall 20% sterile Platten In 4 Fällen 80% wenig Keime

Es steht somit fest, dafs von den angewandten Lysoform-Alkohollösungen das 2 proz. Gemisch das entschieden wirksamste ist.

Schliefslich sei noch bemerkt, dafs auch bei dieser Reihe von Desinfektionsversuchen Staphylokokken nachgewiesen wurden (s. unten).

Schlufsfolgerung:

1. Von 1—5 proz. Lysoform-Alkohollösungen hat der 2 proz. Lysoform-Alkohol die beste Wirkung.

2. Diese Kombinationen sind besser als Heifswasser-Alkohol und Seifenspiritus, weil sie viel mehr Keime als die anderen Desinfizientien abzutöten vermögen.

Wie erklären wir uns aber diese auffallend günstige Wirkung von Alkohol + Lysoform?

Meine Antwort ist folgende:

Beim Gebrauch des Lysoform-Alkohols wird die Haut während der ganzen Dauer der Desinfektion durch den seifigen Anteil des Lysoforms weich, geschmeidig und locker gehalten. Dadurch wird es aber dem Alkohol einerseits und dem Formalinbestandteile des Lysoforms anderseits leichter und bequemer, in die Tiefe zu dringen, damit mehr Keime zu treffen und abzutöten, als wenn die Haut allein durch die einmalige, 5 Minuten lange Waschung vor der Desinfektion aufgeweicht wird. Das ist das, was meines Erachtens bei jeder Desinfektion erstrebt werden mufs, dafs nämlich das Desinfiziens während der ganzen Desinfektionsdauer zu den tiefer liegenden Keimen ungehinderten Zutritt hat.

Ich habe nun noch 15 Versuche mit 1-, 2- und 3 proz. Lysoform-Alkohol angestellt, um darzulegen, wie viel Kolonien überhaupt und wie viel eitererregende Kolonien noch nach Einwirkung des Desinfiziens nachzuweisen sind. Gleich hier sei erwähnt, dafs in jeder Versuchsreihe Staphylokokkenkolonien und zwar diese allein von den Eitererregern angetroffen wurden.

Auch in diesem Punkte verhalten sich Alkohol, Formalin-Alkohol und Lysoform-Alkohol ungleich.

(Fortsetzung des Textes auf S. 254.)

Tabelle XXII.

Die nach Desinfektion mit 1-, 2- und 3 proz. Lysoform-Alkohol auf den Platten noch zur Entwicklung gekommenen Bakterienkolonien, mit besonderer Berücksichtigung der eitererregenden Kolonien.

⊖ = steril, ⊕ = viele Keime (20—80),
◐ = wenig Keime (1—20), ● = sehr viele Keime (über 80).

Lfd. Nummer	Versuchsperson	Teile der Hände, die auf ihren Keimgehalt geprüft werden	Vor der Behandlung mit Lysoform-Alkohol: Keimgehalt der Tageshände: trocken	Vor der Behandlung mit Lysoform-Alkohol: Keimgehalt der Tageshände: nach 5 Min. langem Waschen mit steril. Bürste u. steril. Seife in steril., heifsen Wasser	Nach der Behandlung mit Lysoform-Alkohol: 5 Min. langes Bearbeiten der Hände mit steril. Lappen und Lysoform-Alkohol	10 Min. lang. Baden der mit Lysoform-Alkohol behandelt. Hände in 42° heifs., sterilen Wasser: Keimgehalt des Badewassers	10 Min. lang. Baden …: Keimgehalt d. gebadet. Hände	5 Min. langes Scheuern der Hände i. einem 42° heifsen, sterilen Sandbade: Keimgehalt des Sandbades	5 Min. langes Scheuern …: Keimgeh. der gescheuert. Hände	Abschaben der Hände mit steril., scharfem Löffel: Rechte Hand	Abschaben …: Linke Hand
		Lysoform-Alkohol, 1proz.									
1	Dr. Engels	Handoberfläche	⊕	⊕	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	⊕	⊕	⊖	⊖	◐6	⊖	⊖	⊖	◐1
		Unternagelraum	⊕	⊕	⊖		⊖		⊖		
2	»	Handoberfläche	⊕	◐	⊖		◐3		◐1		
		Nagelfalz	⊕	●	⊖	◐5 1 Staphyl.	⊖	⊖	⊖	◐3	◐1
		Unternagelraum	●	●	⊖		⊖		⊖		
3	»	Handoberfläche	◐	⊕	◐1		◐1		⊖		
		Nagelfalz	◐	⊕	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	◐	⊕	⊖		⊖		⊖		
4	»	Handoberfläche	⊕	●	◐1		◐1		◐3		
		Nagelfalz	●	●	◐1	◐4	⊖	◐8 3 Staphyl.	◐1	◐5	⊖
		Unternagelraum	⊕	●	◐1		◐2		◐3		
5	»	Handoberfläche	◐	◐	⊖		[illegible]		◐1		
		Nagelfalz	◐	◐	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	◐1	⊖
		Unternagelraum	[illegible]	[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]		

1	Dr. Engels	Handoberfläche	◷?	◷	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	⊕	⊕	⊖	⊖	⊖	◷ 1	⊖	◷ 1	◷ 2
		Unternagelraum	●	⊕	⊖		⊖		⊖		
2	»	Handoberfläche	◷	◷	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	◷	◷	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	◷ 3	⊖
		Unternagelraum	◷	◷	⊖		◷ 1		⊖		
3	»	Handoberfläche	◷	⊕	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	◷	●	⊖	⊖	⊖	⊖	◷ 1	◷ 3	◷ 1
		Unternagelraum	⊕	●	⊖		⊖		◷ 3	1 Staph.	
4	»	Handoberfläche	◷	◷	⊖		◷ 2		◷ 2		
		Nagelfalz	◷	⊕	◷ 3	⊕ 31	◷ 3	⊕ 28	◷ 2	◷	◷ 2
		Unternagelraum	◷	⊕	⊖		◷ 4		◷ 3	1 Staph.	1 Staph.
5	»	Handoberfläche	⊕	⊕	⊖		⊖		◷ 1		
		Nagelfalz	⊕	●	◷ 1	◷ 2	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	⊕	●	⊖		⊖		◷ 1		
		Lysoform-Alkohol, 3 proz.									
1	Dr. Engels	Handoberfläche	●	⊕	◷ 3		◷ 1		⊖		
		Nagelfalz	⊕	⊕	⊖	◷ 7	⊖	◷ 3	⊖	◷ 2	◷ 4
		Unternagelraum	⊕	⊕	⊖	1 Staphyl.	⊖		⊖		
2	»	Handoberfläche	⊕	⊕	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	◷	⊕	◷ 1	◷ 8	◷ 1	⊖	◷ 1	⊖	⊖
		Unternagelraum	●	●	⊖	2 Staphyl.	⊖		◷ 1		
3	»	Handoberfläche	⊕	●	⊖		⊖		◷ 2		
		Nagelfalz	●	●	⊖	⊕ 23	⊖	◷ 2	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	●	●	⊖	4 Staphyl.	⊖	1 Staphyl.	⊖		
4	»	Handoberfläche	⊕	●	⊖		◷ 2		⊖		
		Nagelfalz	●	●	⊖	◷ 1	◷ 1	⊖	⊖	⊖	◷ 1
		Unternagelraum	⊕	●	⊖		⊖		◷ 1		
5	»	Handoberfläche	◷	◷	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	⊕	◷	⊖	⊖	◷ 1	◷ 1	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	⊕	⊕	◷ 1		⊖		⊖		

Die Anzahl der Staphylokokkenkolonien war bei Benutzung des Lysoform-Alkohols bedeutend geringer als bei der Formalin-Alkohol- und besonders als bei der Heiſswasser-Alkohol-Desinfektion.

Auſserdem stellte ich diese 15 Versuche derart an, daſs ich Haeglers Vorschlag folgte und die Fingernägel etwa 3 mm stehen lieſs. Die Tabelle zeigt, daſs die Resultate dadurch jedenfalls nicht schlechtere geworden sind als die der sämtlichen oben zusammengestellten Versuche, bei denen ich die Nägel stets völlig kürzte.

Zur Erklärung der folgenden Tabelle sei noch hinzugefügt, daſs die obere der beigedruckten Zahlen die überhaupt zur Entwicklung gekommene Anzahl Keime bedeutet, die untere jedesmal die Anzahl der Staphylokokkenkolonien bezeichnet. Wo nur eine Zahl ohne weitere Bezeichnung steht, sind also Eitererreger nicht zum Wachstum gekommen.

(Siehe Tabelle XXII auf S. 252 u. 253.)

Tabelle 22 beweist, daſs auch die angewandten Lysoform-Alkohollösungen nicht im stande sind, sämtliche eitererregenden Keime an der Hand abzutöten. Ich vermag dieses aber nicht als Nachteil vor den anderen Desinfizientien aufzufassen, da auch letztere nicht die Eitererreger an den Händen unschädlich machen konnten, wie ich oben schon erwähnt habe, im Gegenteil, viel mehr Staphylokokken sich entwickeln lieſsen, als dies bei Lysoform-Alkohol der Fall war.

Auffallend ist auch hier, daſs die 2proz. Lysoform-Alkohollösung das beste Resultat aufweist, d. h. die wenigsten Eiterkolonien zeigt.

Nach der Desinfektion mit 1proz. Lysoform-Alkohol sind bei zwei Versuchen noch Staphylokokken zur Entwicklung gekommen: in Nr. 2 1 Kolonie,
in Nr. 4 3 Kolonien.

Nach Benutzung des 2proz. Lysoform-Alkohols fanden sich:
in Nr. 3 1 Col. Staphylokokken,
in Nr. 4 2 Col. Staphylokokken.

Die 3 proz. Lysoform-Alkoholreihe ergab:

in Nr. 1 1 Staphylokokken-Kolonie,
in Nr. 2 2 Staphylokokken-Kolonien,
in Nr. 3 5 Staphylokokken-Kolonien.

Zum Schlufs dieses Teils meiner Arbeit möchte ich die Resultate sämtlicher Versuchsreihen, also des Heifswasser-Alkohols, des Seifenspiritus, des Formalin- und des Lysoform-Alkohols noch einmal kurz zusammenfassen und tabellarisch zusammenstellen.

Die Zahlen der einzelnen Rubriken stellen das jedesmalige Ergebnis in Prozenten ausgedrückt dar.

Tabelle XXIII.

	Sterile Platten	Wenig Keime (1—20)	Viele Keime (20—80)	Sehr viele Keime (über 80)
	Prozent	Prozent	Prozent	Prozent
Heifswasser-Alkohol . .	29,1	64,3	6,1	0,4
Seifenspiritus	3,5	20,7	57,3	18,3
1 Proz. Formalin-Alkohol	58,4	36,9	4,6	—
2 » Formalin-Alkohol	79,4	17,9	2,5	—
3 » Formalin-Alkohol .	26,1	66,1	7,6	—
1 » Lysoform-Alkohol	63,0	36,9	—	—
2 » Lysoform-Alkohol	70,7	29,2	—	—
3 » Lysoform-Alkohol	52,4	44,7	2,7	—
5 » Lysoform-Alkohol	50,7	49,2	—	—

Stellen wir noch einmal die Resultate einander gegenüber, so ergibt sich, dafs die gröfste Anzahl steriler Platten der 2 proz. Formalin-Alkohol aufzuweisen hat. Da jedoch die 1—3 proz. Formalin-Alkohole wegen ihrer oben näher beschriebenen Eigenschaften unmöglich in der Praxis angewandt werden können, so können wir sie als Händedesinfizientien hier völlig aufser acht lassen.

Von den anderen Desinfizientien ist mit dem Lysoform-Alkohol der beste Erfolg erzielt worden. Sämtliche Lysoform-Alkohollösungen weisen bessere Resultate auf als der Heifswasser-Alkohol und als der Seifenspiritus.

Unter den Lysoform-Alkohollösungen nimmt, wie die Tabelle eklatant zeigt, der 2proz. Lysoform-Alkohol die erste Stelle ein. Er hat zunächst die meisten sterilen Platten, aufser diesen nur Platten mit wenigen Keimen, d. h. unter 20.

Es scheint demnach der Lysoform-Alkohol gerade in seiner 2proz. Lösung seine Wirkung am besten entfalten zu können. Ich will deshalb auch nur zwischen dieser einerseits und dem Heifswasser-Alkohol resp. Seifenspiritus anderseits eine Parallele ziehen.

Mit 2proz. Lysoform-Alkohol erzielte ich 70,7 % Sterilität der Platten, mit Heifswasser-Alkohol erzielte ich 29,1 % Sterilität und mit Seifenspiritus 3,5 % Sterilität der Platten.

Ich glaube daher, durch meine Versuche den Beweis erbracht zu haben, dafs wir in dem Lysoform-Alkohol, speciell in seiner 2proz. Lösung ein Händedesinfektionsmittel besitzen, das in seiner Wirkung die Heifswasser-Alkoholdesinfektion, noch mehr die Desinfektion mit dem Seifenspiritus übertrifft.

5. Versuchsreihe.

Nun könnte man vielleicht meinen Versuchen den Vorwurf machen, es seien kleine Quantitäten des Desinfiziens mit auf die Platte übertragen, diese wirkten auf die vorhandenen Keime entwicklungshemmend, und daher resultierten die günstigen Erfolge.

Obgleich dieser Einwurf nicht sehr viel Vertrauen verdient, da ja durch die Waschungen mit Wasser und Sand gewifs der gröfste Teil des Lysoforms entfernt wird, habe ich doch, um diese Fehlerquelle auszuschalten, noch fünf Versuche mit 2proz. Lysoform-Alkohol angestellt und dabei die Elimination des Formaldehyds von den Händen angestrebt.

Zum Vorbild diente mir die bekannte Wohnungsdesinfektion durch Formaldehyd.

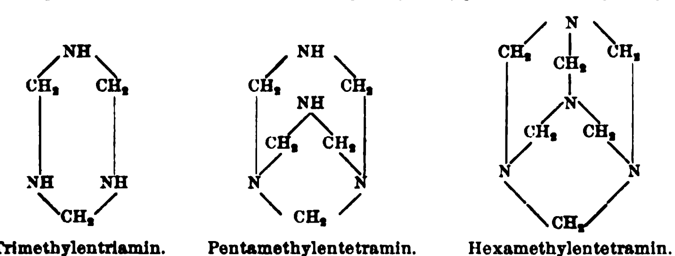
Wollte man nach der Desinfektion abwarten, bis die letzten Spuren des gebildeten Aldehyds das Zimmer verlassen haben, so würde das eine längere Zeit in Anspruch nehmen.

Die schnellere Entfernung hat man auf chemischem Wege erreicht, indem man einige Zeit nach der Formalinverdampfung eine Ammoniakentwicklung in die Wege leitet.

Ca. ½ bis 1 Stunde nach Beendigung der Ammoniakentwicklung ist sämtlicher Formaldehyd gebunden.

Während sich Ammoniak mit Acetaldehyd und den Homologen des Acetaldehyds additionell zu sogenannten Aldehydammoniaken, Amidoalkoholen vereinigt, setzt es sich mit Formaldehyd sofort um zu dem 1860 von Butlerow entdeckten Hexamethylentetramin $(CH_2)_6 N_4$, das unter dem Namen Formin, Aminoform oder Urotropin Verwendung findet. Es ist in Wasser leicht löslich, von alkalischer Reaktion und krystallisiert aus Alkohol in glänzenden Rhomboëdern.

Die Bildung des Hexamethylentetramins aus Ammoniak und Formaldehyd mögen die folgenden, dem Lehrbuche von Bernthsen entnommenen Konstitutionsformeln veranschaulichen.



Trimethylentriamin. Pentamethylentetramin. Hexamethylentetramin.

Ammoniak und Formaldehyd geben also erst das Trimethylentriamin, das unter Ammoniak- und Formaldehydaufnahme und Wasserabspaltung in Pentamethylentetramin übergeht. Letzteres setzt sich mit Formaldehyd in Hexamethylentetramin um.

Um mich von der Wirkung dieses Hexamethylentetramins auf Bakterien direkt zu überzeugen, wurden von mir noch Versuche mit dem in der Apotheke erhältlichen Hexamethylentetramin angestellt und zwar derart, daſs ich 2-, 10- und 20 proz. sterile Lösung dieses Pulvers der Reihe nach auf Prodigiosus, Pyocyaneus, Staphyl. pyog. aureus und Bac. typhi abdom. 1 bis 30 Minuten einwirken lieſs.

Die folgenden vier Tabellen veranschaulichen die Wirkung des Hexamethylentetramins auf Bakterien.

Tabelle XXIV.

Einwirkung von Hexamethylentetramin auf:

Prodigiosus.

Einwirkungszeit in Minuten	1	3	5	8	10	12	15	20	25	30
2 proz. Hexamethylentetramin . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10 » Hexamethylentetramin . .	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+
20 » Hexamethylentetramin . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−

Tabelle XXV.

Pyocyaneus.

Einwirkungszeit in Minuten	1	3	5	8	10	12	15	20	25	30
2 proz. Hexamethylentetramin . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10 » Haxamethylentetramin . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−
20 » Hexamethylentetramin . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tabelle XXVI.

Staphyl. pyog. aureus.

Einwirkungszeit in Minuten	1	3	5	8	10	12	15	20	25	30
2 proz. Hexamethylentetramin . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10 » Hexamethylentetramin . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20 » Hexamethylentetramin . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−

Tabelle XXVII.

Bac. typhi abdom.

Einwirkungszeit in Minuten	1	3	5	8	10	12	15	20	25	30
2 proz. Hexamethylentetramin . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10 » Hexamethylentetramin . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20 » Hexamethylentetramin . .	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Nach diesen Versuchen ist Hexamethylentetramin in 2-, 10- und 20proz. Lösung nicht imstande, Prodigiosus, Pyocyaneus, Staphyl. pyog. aureus, Bac. typhi abdom. während einer Einwirkungsdauer von 30 Minuten abzutöten. Selbst eine Entwicklungshemmung war bei diesen Konzentrationen nicht zu konstatieren: auf jedem Agarröhrchen bemerkte man ein rechtzeitiges üppiges Wachstum.

Es ist nicht anzunehmen, dafs das Hexamethylentetramin auf die Bakterien der Hand, auch nicht auf einige, eine andere, d. h. eine entwicklungshemmende oder sogar abtötende Wirkung ausübt.

Bei meinen Desinfektionsversuchen handelt es sich nun nicht um Formaldehyd, sondern um Lysoform, das aber ein Formaldehydpräparat darstellt. Da wir annehmen, dafs bei der Desinfektionsdauer der an Seife gebundene Formaldehyd frei wird, so wird wohl auch hier, beim Lysoform, wenn wir die Hand nach der Desinfektion mit Ammoniakwasser behandeln, der Formaldehyd mit dem NH_3 sich zu $(CH_2)_6 N_4$ verbinden. Direkt bewiesen aber ist das von uns nicht.

Unsere letzten fünf Versuche also wurden mit 2 proz. Lysoform-Alkohol vorgenommen, genau wie die früher erwähnten. Nur benutzte ich als Waschwasser im sterilen Kasten nicht steriles, 42° warmes Wasser, sondern sterile, 42° warme 2 proz. Ammoniaklösung. Die Lösung wurde aufserhalb des Kastens im strömenden Dampf unter möglichst dichtem Verschlufs des Kolbens sterilisiert. Ich nahm also eine, der Lysoformlösung etwa entsprechend prozentuierte Ammoniaklösung, um das Desinfiziens von den Händen zu entfernen. Die Waschung im Ammoniakbade dauerte 10 Minuten, sodann folgte die Keimabnahme und das Scheuern der Hände etc. wie früher.

(Siehe Tabelle XXVIII auf S. 260.)

Das Resultat dieser fünf Versuche ist demnach folgendes:

Sterilität in 42 Fällen . . . . = 64,6 %,
Wenig Keime in 22 Fällen . . = 33,8 %,
Viel Keime in 1 Fall . . . . = 1,5 %,
Sehr viele Keime in 0 Fall . . = — %.

Vergleichen wir diese Ergebnisse mit den Erfolgen, die ich oben mit 2 proz. Lysoform-Alkohol erzielt habe, so ergibt sich sofort, dafs die Resultate beider Versuchsreihen nicht ganz übereinstimmen.

Sterilität . . 64,6 % gegen 70,7 %.
Wenig Keime 33,8 % gegen 29,2 %.

Tabelle XXVIII. Lysoform-Alkohol 2 %.

Bakteriologische Prüfung der desinfizierten Hände mit Benutzung des Paul-Sarweyschen sterilen Kastens.

⊖ = steril, ⊕ = viele Keime (20—80),

Ⓖ = wenig Keime (1—20), ● = sehr viele Keime (über 80).

Lfd. Nummer	Versuchs-person	Teile der Hände, welche auf ihren Keimgehalt geprüft werden	Vor der Behandlung mit Lysoform-Alkohol: Keimgehalt der Tageshände: trocken	Vor der Behandlung mit Lysoform-Alkohol: Keimgehalt der Tageshände: nach 5 Min. langem Waschen mit steril. Bürste u. steril. Seife in steril. heißen Wasser	Nach der Behandlung mit Lysoform-Alkohol: 5 Min. langes Bearbeiten der Hände mit steril. Flanell-lappen in 2proz. Lyso-form-Alkohol: Keimgehalt	10 Min. langes Baden der desinfizierten Hände in sterilem 42° heißen 2proz. Ammoniak-wasser: Keim-gehalt d. Bade-wassers	10 Min. langes Baden …: Keimgehalt der gebade-ten Hände	5 Min. langes Scheuern der Hände in einem 42° heißen sterilen Sandbade: Keim-gehalt d. Sand-bades	5 Min. langes Scheuern …: Keimgehalt der ge-scheuerten Hände	Abschaben der Hände mit steril. scharfen Löffel: Rechte Hand	Abschaben …: Linke Hand
1	Dr. Engels	Handoberfläche	●	●	⊖		Ⓖ 2 1 Staph.		Ⓖ 1		
		Nagelfalz	●	●	⊖	⊖	⊖	Ⓖ 3	⊖	⊖	Ⓖ 1
		Unternagelraum	●	●	Ⓖ 3		Ⓖ 2		Ⓖ 1		
2	»	Handoberfläche	⊕	⊕	⊖		⊖		Ⓖ 1		
		Nagelfalz	●	⊕	⊖	⊖	⊖	⊖	Ⓖ 1	Ⓖ 4	Ⓖ 2
		Unternagelraum	Ⓖ	Ⓖ	⊖		Ⓖ 1		⊖		
3	»	Handoberfläche	⊕	●	⊖		⊖		Ⓖ 5 1 Staphyl.		
		Nagelfalz	⊕	●	⊖	⊖	⊖	Ⓖ 7 2 Staph.	Ⓖ 1	Ⓖ 3	Ⓖ 2
		Unternagelraum	●	●	⊖		⊕ 22		Ⓖ 3		
4	»	Handoberfläche	Ⓖ	Ⓖ	⊖		⊖		Ⓖ 2		
		Nagelfalz	Ⓖ	●	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	⊕	Ⓖ	⊖		Ⓖ 1		⊖		
5	»	Handoberfläche	⊕	●	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	⊕	●	⊖	Ⓖ 2	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	Ⓖ	⊕	⊖		Ⓖ 1		⊖		

Auch waren auf einer Platte der letzten Versuchsreihe 22, also viele Keime gewachsen, was bei den ersten Versuchen nicht der Fall war. Die sich zwischen beiden Reihen ergebenden Differenzen sind also nicht so minimal, daſs sie in keiner Weise in die Wagschale fielen.

Vielmehr scheint mir auch aus diesen Versuchen eine Wirkung und Nachwirkung des dem Alkohol zugesetzten Desinfektionsmittels und damit ein Vorzug der Kombination vor dem Alkohol allein hervorzugehen. In praxi wird man selbstverständlich das Desinfektionsmittel niemals von der Oberfläche der Hand entfernen. Das ist der Grund, weshalb ich diese fünfte Versuchsreihe gewissermaſsen auſserhalb des Themas gestellt und die Resultate derselben auch nicht mit in den Vergleich zwischen den einzelnen Methoden, Heiſswasseralkohol, Seifenspiritus, Lysoform-Alkohol aufgenommen habe.

Litteratur.

1. Haegler, »Händereinigung, Händedesinfektion und Händeschutz«. 1900.
2. Paul und Sarwey, »Experimentaluntersuchung über Wändedesinfektion«. Münchner med. Wochenschr., 1899, Nr. 49.
3. Paul und Sarwey, »Experimentaluntersuchung über Händedesinfektion«. Münchner med. Wochenschr., 1900, S. 27.
4. Paul und Sarwey, »Experimentaluntersuchung über Händedesinfektion«. Münchner med. Wochenschr., 1899, Nr. 51.
5. Monatsschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie, 1895, Bd. 2, H. 2.
6. Zeitschrift für Geburtshilfe und Gynäkologie, 1898, Bd. 38, H. 3 und 1899, Bd. 41, H. 1.
7. Deutsche medizinische Wochenschrift, 1895, Nr. 51.
   Ahlfeld, Die Desinfektion des Fingers und der Hand vor geburtshilflichen Untersuchungen und Eingriffen. 1896, Nr. 6.
   Ahlfeld und Vahle, Die Wirkung des Alkohols bei der geburtshilflichen Desinfektion. 1897, Nr. 8.
   Ahlfeld, Die Heiſswasser-Alkoholdesinfektion und ihre Einführung in die allgemeine Praxis.
   Ahlfeld, »Die Desinfektion der Hand des Geburtshelfers und Chirurgen«. 1901. Sammlung klinischer Vorträge.
8. Centralblatt für Gynäkologie, 1894, Nr. 47 u. 52.

9. Archiv für Gynäkologie, 1896, Bd. 52.
10. Landsberg, Zur Desinfektion der menschlichen Haut mit besonderer Berücksichtigung der Hände. Inaug.-Diss., Wien, 1888.
11. Beiträge zur klinischen Chirurgie. Tübingen, 1900, Bd. 26, H. 2.
12. Paul und Sarwey, »Münchner med. Wochenschrift«, 10. u. 17. Juli. Experimentaluntersuchungen über Händedesinfektion.
13. Strafsmann, »Bemerkungen zur Händedesinfektion, insbesondere über Lysoform«. Centralbl. f. Gynäkol., 1901, Nr. 11.
14. Symanski, »Einige Desinfektionsversuche mit einem neuen Desinficiens Lysoform«. Zeitschr. f. Hygiene u. Infektionskrankh., Bd. 37.
15. Strafsmann, »Zur Händedesinfektion, nebst Bemerkungen über Lysoform«. Therapie der Gegenwart. August, 1900.
16. Dührfsen, »Gynäkolog. Vademekum«.
17. Goliner, »Beitrag zur Wirkung des Lysoforms«. Medico, 31. Juli 1901.
18. Simons, »Über Lysoform«. Allg. med. Centralzeitung, 1900, Nr. 66.
19. Arnheim, »Lysoformlösung zur Verhütung des Anlaufens des Kehlkopfspiegels«. Allg. med. Centralzeitung, 1901, Nr. 47.
20. Ahlfeld, »Prüfung des Lysoforms als Händedesinfiziens«. Centralbl. f. Gynäkologie, 1900.

Bakteriologische Prüfungen desinfizierter Hände mit Benutzung des Paul-Sarweyschen Kastens nach Desinfektion mit Bacillol.

Von

Dr. **Engels,**

Assistenten an der hygien. Abteilung des Instituts für Hygiene und experim. Therapie zu Marburg.

In genau der gleichen Weise, wie es für die Kombination Alkohol + Lysoform in meiner vorigen Arbeit im Archiv für Hygiene Bd. 45 geschildert ist, habe ich auf Veranlassung meines Abteilungschefs ein anderes, neueres Desinfiziens, das Bacillol, und zwar ebenfalls in Kombination mit Alkohol einer Prüfung auf Hautdesinfektionswirkung unterzogen. Gewählt wurde das Bacillol einmal, um ein Kresolpräparat zu prüfen, dann, weil dasselbe wie das Lysoform zu einem gewissen Prozentsatz aus Seife besteht, demnach wiederum die Möglichkeit bietet, die Keime in den tieferen Hautschichten während der ganzen Desinfektionsdauer zu umspülen und abzutöten. Daneben habe ich auch die anderen Eigenschaften des Bacillols, die baktericiden und toxikologischen, durch Versuche und Tierexperimente festzustellen gesucht. Es sei mir daher gestattet, zuerst auf das Bacillol selbst und seine Eigenschaften einzugehen und im Anschluſs daran die Resultate aufzuführen, welche ich mit Bacillol in wässeriger, sowie in alkoholischer Lösung bei der Händedesinfektion erhalten habe.

Physikalisch-chemische und toxikologische Eigenschaften des Bacillols.

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bacillols sind bereits genau untersucht. Es handelt sich bei diesem Desinficiens um eine dunkelbraune, fast sirupdicke klare Flüssigkeit von öliger Konsistenz, welche eine leichte alkalische Reaktion hat und bei durchscheinendem Lichte rötlichbraun erscheint. Der Geruch ähnelt dem des Kreosots; jedoch zeichnen sich 1 bis 3 proz. Lösungen durch ihre nahezu völlige Geruchlosigkeit aus; der schwache kreosotartige Geruch, der diesen Lösungen noch anhaftet, wirkt jedenfalls in keiner Weise unangenehm. Bei der Desinfektion der Hände mit Bacillol fällt besonders der nicht lange anhaftende Geruch nach Kreosot auf. Gegenstände, die mit Bacillol in Berührung gekommen sind, verlieren den Geruch schon nach mehreren Stunden vollständig. Selbst die 1—3 proz. Lösungen, die bei meinen Versuchen als Händedesinfektionsflüssigkeit gedient hatten, waren nach ca. 12—15 Stunden fast ganz von Theergeruch befreit. Desodorisiert werden kann Bacillollösung durch Lavendelöl und Cedernöl; es entsteht dann jedoch eine trübe, undurchsichtige Lösung, die demnach vor der nicht desodorisierten Lösung keine Vorteile, sondern nur Nachteile hat. — Schon 1 proz. Bacillollösung desodorisiert vorzüglich. — Das spezifische Gewicht ist bei 15° C. 1100.

In dünner Schicht an der Luft ausgebreitet, trocknet das Bacillol leicht ein; mit Eisenchlorid gibt es eine grauviolette Fällung. Bacillol bildet auch bei längerem Stehen keinen Niederschlag, bleibt vielmehr klar, eine Eigenschaft, die es besonders vor dem von mir schon geprüften Lysoform vorteilhaft auszeichnet; wir haben also eine durchaus haltbare Flüssigkeit vor uns. Sodann besitzt Bacillol ein ausgezeichnetes Lösungsvermögen. Es ist in Wasser bei jeder Temperatur und in allen Konzentrationen ohne Rücksicht auf den Kalkgehalt des Wassers lösbar. Die geringer prozentuierten Lösungen (1—3 proz.) stellen graugelbliche, etwas opaleszierende, noch fast vollkommen durchsichtige Flüssigkeiten dar; je höher die Konzentration, desto mehr geht die Farbe in hellbräunlich über. Auch mit destillier-

tem Wasser gibt Bacillol ähnliche, fast ganz durchsichtige Lösungen. Es eignen sich demnach solche Lösungen auch gut zum Aufbewahren von Instrumenten, von Catgut, Seide etc., welche stets sichtbar bleiben und in keiner Weise angegriffen werden. Ein geringer Grad von Glätte tritt allerdings infolge der alkalischen, seifenartigen Beschaffenheit des Bacillols ein, wirkt aber wenig störend. Auch die Hände werden glatt, geschmeidig gemacht. Fast ganz klare, durchsichtige Flüssigkeiten entstehen bei Gemischen von Bacillol und 99 proz. Alkohol, die ich in 1—3 proz. Lösungen zu meinen Versuchen angewandt habe. Ein Niederschlag tritt auch nachträglich nicht ein. Das Glattwerden der Hände, der Instrumente nimmt bei Bacillol in Alkohollösung nicht den Umfang an wie bei Bacillol in wässeriger Lösung. Die Alkohollösung hat also schon deshalb einen Vorzug vor der wässerigen Lösung. Auch bei höheren Konzentrationen bleiben die Bacillol-Alkohollösungen fast vollkommen durchsichtig. Nach Paszotta bleiben die Lösungen klarer, wenn man das Bacillol zu Wasser zusetzt, nicht umgekehrt.

Ein gleiches konnte ich für den Alkohol konstatieren. Beim Schütteln und Waschen schäumen die wässerigen und alkoholischen Lösungen seifig. Leicht löslich ist Bacillol auch in Glycerin und Kollodium, weniger in Äther und Chloroform.

Seiner chemischen Zusammensetzung nach gehört das Bacillol zur Kategorie der wasserlöslichen Verbindungen von Teerölen mit Seife. Die Grundlage bilden die höheren Homologen der Karbolsäure (Kresole) und die Teerkohlenwasserstoffe. Unter Zusatz von geringen Mengen sulforisierten Fettes ist das Gemisch in Alkali gelöst.

Nach Angabe der Hamburger chemischen Fabrik Franz Sander ist der Gehalt des Bacillols an Kresolen ca. 52%; sehr gering ist der Gehalt an Kohlenwasserstoffen. Infolge seiner Zusammensetzung ist das Bacillol geeignet, sowohl antiseptische, bakterizide, als auch reinigende Wirkung auszuüben. Zum Vergleich möchte ich noch zwei andere Desinfizientien ähnlicher Abstammung wie das Bacillol heranziehen; das Kreolin und das Lysolum purum.

Nach Otto & Beckurts[1]) enthält das Kreolin 10,4 % Phenole und 59,6 % Kohlenwasserstoffe und das Lysolum purum 47,4 % Phenole und 3,6 % Kohlenwasserstoffe. Wenn wir dahingegen die oben erwähnte Zusammensetzung des Bacillols betrachten, so ist der Vorteil des Bacillols vor dem Kreolin und Lysol offenkundig.

Was die Wirkung des Bacillols auf die Haut angeht, so greifen 1—3proz. Lösungen die Epidermis nicht an, d. h. wirken nicht ätzend. Nicht einmal eine Rötung habe ich beobachtet, trotzdem ich wochen- und monatelang meine Hände mit Bacillollösungen desinfiziert habe. Verschiedentlich habe ich Bacillol in konzentriertem Zustande auf die Haut meines linken Unterarmes gerieben. Trotz meiner ziemlich empfindlichen Haut war nach der gründlichen Einreibung doch nur eine leichte Hyperämie eingetreten, verbunden mit brennendem Juckgefühl. Paszotta[2]) berichtet über einen Fall, wo aus Versehen statt mit 1 proz. Bacillollösung Umschläge mit reinem Bacillol dreimal täglich ca. fünf Tage bei einem Pferde, welches wegen einer Distorsion des Fesselgelenkes auf dem linken Vorderfuſs lahmte, gemacht worden waren. Am fünften Tage wurde an der behandelten Stelle eine oberflächliche Hautentzündung festgestellt, ein Beweis dafür, daſs das reine Bacillol nur in geringem Maſse ätzend wirkt.

Es ist dies nicht zu verwundern und auch nicht als Nachteil aufzufassen, da eben in konzentriertem Zustande sämtliche Desinfizientien ähnliche Wirkung ausüben. Es kann daher bis jetzt für jedes Desinfiziens nur eine relative Ungiftigkeit gefordert werden. Dieses Postulat ist beim Bacillol vollkommen erfüllt. Das läſst sich zur Genüge schlieſsen aus den Erfahrungen, die man aus der Anwendung des Bacillols auf Wunden geschöpft hat. Werner und Pajič[3]) schreiben darüber folgendermaſsen: »Halbstündiges Eintauchen von frischen und granulierenden

1) Pharmazeutisches Centralblatt, 1899, S. 227.

2) Paszotta, Untersuchungen über Bacillol. Monatshefte für praktische Tierheilkunde, XII. Band.

3) Werner und Pajič, Über Bacillol. Wiener klin. Rundschau, Nr. 5.

Wundflächen in 1 proz. Bacillol erzeugte ausnahmsweise gelindes Gefühl von Brennen, das anfangs auftretend bald verschwand; irgendwelche ungünstige Zeichen wurden auch bei Irrigationen von gröfseren Wundflächen und von Schleimhäuten (Vagina) weder lokal noch als Resorptionswirkung beobachtet, als Intoxikationssymptom trat niemals Erysipel Ekzem, Nephritis, Gastroenteritis oder Erscheinungen von seiten des Zentralnervensystems auf. Der feuchte 1 proz. Bacillolverband bei infizierten Wunden wurde gut vertragen und verminderte Eiter und Sekretion. Der Verlauf der Granulationsbildung erschien stets günstig, die Wundheilung reaktionslos. Wurden infizierte (eiternde) Wunden und Phlegmonen, welche Fieber erzeugten, operativ und mit Bacillol behandelt, so trat Abfall der Temperatur zur konstanten Norm ein.« Auch bei Ausspülungen der Blase traten keine objektiven Nachteile ein. Nur machten sich in der Scheide starke Schmerzen bemerkbar, wenn mit Bacillol getränkte Tampons eingelegt waren. Es waren nach Werner und Paijč weifsliche Verfärbungen der Vaginal-Schleimhaut eingetreten. Da sonst nur günstige Erfolge auch von andern Seiten konstatiert sind, so ist an der relativen Unschädlichkeit und Ungiftigkeit des Bacillols nicht zu zweifeln.

Das bakteriologische Institut zu Budapest[1]) spricht sich über die Wirkung des Bacillols folgendermafsen aus: »In toxikologischer Hinsicht erwies unsere Untersuchung, dafs dieses Präparat relativ weniger toxisch wirkt, als alle bisher bekannten Kresolprodukte, indem Kaninchen erst nach 2,2—2,4 g auf 1 kg Körpergewicht verenden, während von Karbol und Lysol schon kleinere Dosen zur Tötung genügen.«

Cramer[2]) hält die Giftigkeit etwa analog derjenigen des Lysols.

»Infolge seiner Ungiftigkeit . . . . .,« sagt Sobelsohn[3]), »eignet sich überdies das Bacillol dazu, im konzentrierten Zu-

1) Gutachten des bakteriologischen Instituts der kgl. Haupt- und Residenzstadt Budapest. Direktor: Dr. Ajtai K. Sándor István.

2) Bacillol und Lysoform, zwei neue Desinfektionsmittel von Prof. Dr. Cramer, Heidelberg. Münchner mediz. Wochenschrift, 1901, Nr. 41.

3) Sobelsohn, Das Bacillol als Desinficiens und Wundheilmittel. Österreichische Monatsschrift für Tierheilkunde, 1900, Heft 8.

stande der Partei zur freien Verdünnung in die Hand gegeben zu werden«, was nach seiner Ansicht eine Verbilligung und eine Verminderung von Unglücksfällen infolge unvorsichtiger Handhabung von Desinfizientien zur Folge haben würde. Sehr eingehend hat sich Paszotta in seiner schon oben zitierten Arbeit mit der Frage der toxischen Wirkung des Bacillols beschäftigt. Paszotta stellte seine Versuche an Kaninchen, Schafen und Pferden an. Den Kaninchen wurde das Bacillol in Gummischleim (Gumm. arab. 1, Wasser 2), um eine Lokolwirkung auszuschliefsen, mittels Schlundsonde direkt in den Magen infundiert. Die Schafe erhielten das Bacillol in Leinsamenschleim und die Pferde in Pillenform. Stets wurde vor dem Versuche das Körpergewicht festgestellt und die dosis toxica resp. letalis sodann auf 1 kg Körpergewicht berechnet. Paszotta fand, dafs das Bacillol bei innerlicher Applikation bei Kaninchen erst in Mengen von 1,97—2,37 g pro kg Körpergewicht toxische Erscheinungen und in Mengen von mehr als 2,37 g den Tod bewirkt. Bei Schafen beginnt die dosis toxica bei ca. 0,7 g, die dosis letalis bei ca. 1,0 g pro kg Körpergewicht. Die toxische Wirkung des Bacillols ist demnach bei Schafen eine erheblich gröfsere als bei Kaninchen. Beim Pferde rufen Mengen bis 1,04 g pro kg Körpergewicht keine toxischen Erscheinungen hervor, 1,5 g pro kg Körpergewicht bewirkt den Tod.

Die Vergiftungserscheinungen schildert Paszotta folgendermafsen: »Unmittelbar nach der Applikation des Bacillols in gröfseren Dosen schrien die Tiere auf. Nach 2—3 Minuten trat Lähmung im Hinterteil und gleich darauf eine solche im Vorderteil auf, so dafs die Tiere nicht imstande waren, sich auf den Vorderbeinen zu erhalten. Sobald die Versuchstiere zusammengestürzt waren, traten an den Gliedmafsenmuskeln ausgebildete klonisch - tonische Krämpfe auf. Ferner war in jedem Falle ein derartig anhaltendes, hochgradiges Muskelzittern vorhanden, dafs es oft unmöglich war, die Zahl der bedeutend vermehrten Atemzüge und Pulse festzustellen. Die Atmung geschah röchelnd. Die Pupillen waren erweitert. Das Sensorium war stark getrübt, es trat stets eine Bewufstlosigkeit ein. Auf das

Berühren der Cornea reagierten die Tiere nicht, der Augapfel machte eine Einwärtsdrehung, so dafs die Sklera in die Mitte der Augenlidspalte zu stehen kam. Kurz nach dem Eingeben von Bacillol stieg die Körpertemperatur um einige Decigrade, um bald darauf subnormal zu werden. War die Dosis keine letale, so erholten sich die Tiere in der Regel in dem Zeitraum von 30—45 Minuten und war alsdann aufser einer erhöhten Körpertemperatur nichts Abnormes wahrzunehmen. Selten währte die Erholungsdauer länger. Der Appetit war gewöhnlich während der ersten 24 Stunden nach dem Versuche verschlechtert.«

Der beschriebene Zustand dauerte gewöhnlich mehrere Stunden, bis der Tod unter Krämpfen eintrat.

Meine Versuche in toxikologischer Hinsicht sollten besonders feststellen, ob die gebräuchlichsten Bacillollösungen, also die 1—3 proz., irgend welche giftigen Erscheinungen hervorzurufen imstande sind. Aufserdem experimentierte ich auch mit erheblich gesteigerten Dosen. Auf der äufseren Haut hinterliefsen sie, wie ich oben schon konstatiert habe, keinerlei Spuren einer Entzündung. Ich stellte meine Versuche nun so an, dafs meine Lösungen einem Meerschweinchen subkutan appliziert, in einer Reihe von Fällen auch in die Bauchhöhle gespritzt wurden. Ich glaube auf diese Weise recht günstige Resorptionsverhältnisse geschaffen zu haben, noch etwas besser wie Paszotta sie bei innerlicher Applikation hatte, da bei meinen Versuchen das Bacillol ohne Vehikel injiziert wurde, also schon aus diesem Grunde sofort vom Körper aufgenommen werden konnte.

Ich beginne mit der subkutanen Injektion. Injiziert wurde in jedem Falle 1 ccm.

Versuch 1.

Meerschweinchen, 640 g schwer, erhält am 12. April 1902 mittags 2 Uhr 1 ccm 1 proz. Bacillol-Wasserlösung (zur Verwendung gelangte stets steriles Wasser) subkutan und zwar unter die Rückenhaut injiziert.

Tier zeigt äufserlich keine Krankheitserscheinungen, bleibt am Leben.

Versuch 2.

Meerschweinchen, 350 g schwer, erhält am 12. IV. 1902 mittags 2¼ Uhr 1 ccm 2 proz. Bacillol-Wasserlösung unter die Rückenhaut injiziert.

Tier ist am Leben geblieben, Krankheitserscheinungen sind nicht aufgetreten.

Versuch 3.

Meerschweinchen, 385 g schwer, erhält am 12. IV. 1902 mittags 2 ½ Uhr 1 ccm 3 proz. wässerige Bacillollösung subkutan injiziert.

Tier lebt, keine Krankheitserscheinungen.

Versuch 4.

Meerschweinchen, 640 g (von Versuch 1); Injektion von 1 ccm 10 proz. Bacillol-Wasserlösung subkutan am 15. IV. 1902, nachmittags 4 Uhr.

Ohne Reaktion.

Versuch 5.

Meerschweinchen, 385 g; Injektion von 1 ccm 20 proz. Lösung, 15. IV. 1902, nachmittags 4 ¼ Uhr.

Tier macht einen kranken Eindruck, bewegt sich nicht von der Stelle; bleibt aber am Leben.

Versuch 6.

Meerschweinchen, 350 g. 15. IV. 1902 nachmittags 4 ½ Uhr, Injektion von 1 ccm 50 proz. Bacillollösung.

Tier matt. Es treten keine Krämpfe und auch keine Zuckungen auf.

Versuch 7.

Meerschweinchen, 640 g. 17. IV. 1902 nachmittags 4 Uhr, Injektion von 1 ccm 60 proz. Lösung. 4^{05} Uhr treten einige Zuckungen auf, die sich einige Male schnell hintereinander wiederholen. 4^{15} sitzt das Tier ruhig da, 4^{30} sind alle Intoxikationserscheinungen verschwunden. Tier bleibt am Leben

Versuch 8.

Meerschweinchen, 385 g schwer, erhält am 17. IV. 1902 1 ccm 70 proz Bacillollösung subkutan injiziert und zwar nachmittags 4^{10} Uhr. Nach einer Minute treten sehr starke Krämpfe auf, die bis zum Abend anhalten. Schaum tritt aus Nase und Maul.

Tier ist in der Nacht eingegangen. Sektion: Ascitische Flüssigkeit.

Starke Rötung der Gedärme. Milz etwas geschwollen. In der Blase grünlich gelber Urin. Lungen ödematös, im Herzen schwarzes, dick geronnenes Blut

Die Tierversuche mit subkutaner Injektion haben also ergeben, dafs schon bei Injektion von 20—50 proz. Bacillollösung die Tiere eine Mattigkeit, Schwerbeweglichkeit an den Tag legen, die jedoch bald schwinden. Wirkliche Intoxikationserscheinungen zeigte erst das Meerschweinchen in Versuch VII. Subkutan injiziert war eine 60 proz. Lösung. Wir sind also berechtigt, als dosis toxica für ein Meerschweinchen von 640 g 1 ccm 60 proz. Bacillollösung anzunehmen, mit anderen Worten:

Die toxische Wirkung tritt bei subkutaner Injektion von 0,93 g Bacillol pro kg Meerschweinchen ein.

1 ccm 70 proz. Bacillollösung hatte bei einem Meerschweinchen von 385 g den Tod zur Folge. Sehen wir von den zwischen 60—70 % liegenden Lösungen ab, so haben wir als dosis letalis in unserem Falle 1 ccm 70 proz. Lösung für ein Meerschweinchen von 385 g, d. h. dosis letalis ist **1,81 g** pro kg Meerschweinchen.

Ich lasse nun meine Versuche folgen, in denen Meerschweinchen verschieden prozentuierte Bacillollösungen in die Bauchhöhle injiziert wurden. Es wurde auch hier stets 1 ccm injiziert.

Versuch 1.

Meerschweinchen, 630 g. Injektion von 1 ccm 1 proz. Bacillollösung am 12. IV. 1902.

Ohne merkbare Reaktion.

Versuch 2.

Meerschweinchen, 270 g, erhält am 12. IV. 1902 1 ccm 2 proz. Bacillollösung in die Bauchhöhle.

Tier bleibt am Leben; gesund.

Versuch 3.

Meerschweinchen 335 g. Es wird am 12. IV. 1902 1 ccm 3 proz. Bacillollösung in die Bauchhöhle injiziert.

Tier bleibt gesund.

Versuch 4.

Meerschweinchen 640 g, erhält am 15. IV. 1902 1 ccm 10 proz. Bacillollösung in die Peritonealhöhle.

Tier zeigt noch keine Krankheitserscheinungen.

Versuch 5.

Meerschweinchen 630 g, erhält am 17. IV. 1902 mittags 1[10] Uhr 1 ccm 15 proz. Bacillollösung peritoneal injiziert.

Nach 5 Minuten treten Krämpfe auf, die ca. 2 1/2 Stunden anhalten, dann allmählich sich verlieren. Tier erholt sich wieder.

Versuch 6.

Meerschweinchen, 380 g schwer, erhält am 17. IV. 1902 nachmittags 4[10] Uhr 1 ccm 20 proz. Bacillollösung in die Bauchhöhle injiziert. Nach 4 Minuten treten starke Krämpfe auf, die gegen 6 Uhr aufhören. Tod in der darauffolgenden Nacht.

Sektion: Sehr starker Ascites, starke Rötung der Därme, teilweise starke Kontraktion der Gedärme, Milz geschwollen, in Blase grünlich gelber Urin, Hydrothorax, im Herzen schwarze Blutgerinnsel.

Da direkt nach der Impfung des Tieres aus Versuch VI angenommen wurde, dafs das Tier sich nochmals erholen würde, wurde noch eine Impfung vorgenommen.

Versuch 7.

Meerschweinchen, 270 g schwer, erhielt am 17. IV. 1902 nachmittags 4^{35} Uhr 1 ccm 50 proz. Bacillol-Wasserlösung in die Peritonealhöhle injiziert.

4^{38} Uhr, also nach 3 Minuten, traten sehr starke Krämpfe auf, 4^{45} Uhr bereits Tod.

Sektion: Ohne wesentlichen Befund.

Bei Injektion von Bacillollösungen in die Peritonealhöhle liegt also die Intoxikationsgrenze (Versuch V) für ein Meerschweinchen von 630 g bei 1 ccm einer 15 proz. Lösung, d. h. dosis toxica = **0,25 g** Bacillol **pro kg** Meerschweinchen. Die dosis letalis finden wir im folgenden Versuch. Dieselbe beträgt danach **0,52 g** Bacillol pro kg Meerschweinchen.

Meine Tierversuche haben demnach ergeben:

1. Bei subkutaner Impfung:
   a) dosis toxica = 0,93 g Bacillol pro kg Meerschweinchen;
   b) dosis letalis = 1,81 g » » » »
2. Bei peritonealer Impfung:
   a) dosis toxica = 0,25 g Bacillol pro kg Meerschweinchen;
   b) dosis letalis = 0,52 g » » » »

Der weitere Schlufs, den ich aus den angestellten Tierversuchen ziehe, ist der, dafs Bacillol in den gebräuchlichsten Konzentrationen von 1, 2, 3 und 5 % ohne Schaden gebraucht werden kann. Ich denke hier in erster Linie an die Wundbehandlung bei dem Menschen. Eine Wundfläche, besonders eine granulierende, hat ein sehr starkes Resorptionsvermögen, ähnlich wie das Unterhautzellgewebe und das Peritoneum. Haben wir nun die toxische und letale Dosis eines Mittels für das Unterhautzellgewebe wie für das Peritoneum festgestellt, so lassen sich die gefundenen Werte auch auf resorbierende Wundflächen (wenigstens im grofsen und ganzen) übertragen.

Auch lassen sich in dieser Beziehung die Verhältnisse beim Tier annähernd auf den Menschen übertragen. Ja, vielleicht würden für den Menschen noch bedeutend höhere Grenzzahlen für die toxische und letale Dosis herauskommen.

Preislage des Bacillols.

Der Vollständigkeit halber möchte ich an dieser Stelle anhangweise auch kurz den Preis des Bacillols erwähnen.

Bacillol kostet bei Bezug von:

40 kg inkl. Kanisterpackung per kg 0,70 Mk. } ab Hamburg
20 kg » » » kg 0,80 Mk. }

Für kleinere Quantitäten von 5—10 kg wird 1 Mk. per kg exkl. Verpackung berechnet.

Probeflaschen sind zu haben zu:

125 g = 0,50 Mk.
400 g = 1,00 »
700 g = 1,50 » (inkl. Mafslöffel und Mefsgefäfs).

Weil demnach das Bacillol ca. 50% billiger ist als ähnliche Mittel, wie Lysol (1 kg = 2 Mk.), Kreolin (1 kg = 1,70 Mk.) und Karbolsäure (1 kg = 2,40 Mk.), so empfiehlt sich seine Verwendung besonders auch bei Grofsdesinfektionen, überhaupt in allen gröfseren Betrieben.

Baktericide Eigenschaften des Bacillols.

Das Bacillol ist, wie ich schon erwähnt habe, ein Kreosolpräparat. Um die Kresole zur Desinfektion brauchbar zu machen, versetzten Laplace[1]) und Fränkel[2]) sie mit konzentrierter Schwefelsäure, um so eine Lösung zu erreichen. Jedoch konnte diese Methode der Kreosollösung wegen der ätzenden und zerstörenden Wirkung der Schwefelsäure, besonders in der Chirurgie, inneren Medizin und Geburtshilfe keinen Anklang finden. Man fügte deshalb den Kresolen einen bestimmten Prozentsatz Seife zu und bezweckte und erreichte auf diese einfache Art leicht und bequem die Löslichkeit der Kresole.

Was nun die leichte Löslichkeit des neuesten Kreosolseifenpräparates, des Bacillols angeht, so stehen sich hier zwei

---

1) Rohe Schwefelkarbolsäure als Desinfektionsmittel. Deutsche med. Wochenschrift, 1888, S. 121.

2) Die desinfizierenden Eigenschaften der Kresole. Ein Beitrag zur Desinfektionsfrage. Zeitschrift für Hygiene, 1889, S. 521.

Theorien gegenüber, die von Engler[1]) und die von Hueppe[2]) Nach Engler mufs die Löslichkeit des Bacillols auf die Verbindung von Teerölen mit Seife zurückgeführt werden und speziell auf die Lösung von Teerölen in Seifen und nicht von Seifen in Teerölen. Im ersten Falle entstehen stets klare Lösungen, ohne Abscheidung von Öl, im letzteren, also in der Auflösung der Seife in Teerölen, werden die Teeröle in Gestalt feiner Tröpfchen abgeschieden, und so keine klare, durchsichtige Lösung, sondern Emulsionen erhalten. wie beim Kreolin.

Hueppe und Hammer[3]) sehen die Ursache der leichten Löslichkeit der Kresolpräparate in dem geringen Gehalt an Kohlenwasserstoffen, die sich schlecht in Seife lösen und daher als Tropfen zum Ausscheiden gelangen und so eine Emulsion bedingen.

Das Bacillol ist nun zunächst eine Auflösung von Teerölen in Seife, erfüllt also die Forderung der Englerschen Hypothese, enthält aufserdem sehr minimale Mengen Kohlenwasserstoffe, dahingegen einen hohen Gehalt an Kresolen, entspricht also auch der Hueppeschen Theorie.

Es ist damit die vollkommene Lösbarkeit des Bacillols vollauf erklärt. Mit der Löslichkeit eines Desinfiziens im engen Zusammenhange steht nun auch seine Einwirkungsfähigkeit auf niedere Mikroorganismen, d. h. von der leichten Löslichkeit sind zum Teile die bakteriziden Eigenschaften eines Mittels abhängig. Sehen wir nun an der Hand der Litteratur und meiner eigenen Versuche, wie stark die bakteriziden Eigenschaften des Bacillols sind.

Das Prüfungsergebnis der Desinfektionsfähigkeit des Bacillols an der landwirtschaftlichen Versuchsstation Rostock (Professor Dr. Heinrich) war folgendes[4]):

Als Testmaterial dienten der Bac. prodigiosus, Sporenmaterial der Bac. subtilis, Pilzsporen von Aspergillus in Reinkulturen

---

1) Pharmazeutisches Centralblatt, 1890, Nr. 31.

2) Berliner klin. Wochenschrift, 1891, Nr. 45.

3) Über die Herstellung wässeriger Kresollösungen. Archiv f. Hygiene, Bd. XIV, Heft 1.

4) Heinrich, Prüfungsergebnis der Desinfektionsfähigkeit des Bacillols von der landwirtschaftlichen Versuchsstation Rostock, 1897.

sowie das Gemisch von Mikroorganismen, wie sie sich in Abwässern und in der Jauche befinden.

Bacillol wirkte in verschiedenen Konzentrationen ein. Das Ergebnis war nach Heinrich:

Testobjekte	Einwirkungsdauer des Desinfektionsmittels in Minuten				
	15	20	30	45	60
Bac. prodigios.	0,7 %	0,6 %	0,5 %	0,8 %	0,3 %
Bac. subtilis	1,8 »	1,3 »	0,8 »	0,6 »	0,4 »
Aspergillus	2,0 »	1,75 »	1,75 »	1,0 »	0,8 »
Bakterien und Pilze von Abwässern	1,5 »	1,2 »	0,9 »	0,5 »	0,5 »
Bakterien und Pilze von Jauche .	1,0 »	1,0 »	0,7 »	0,7 »	0,5 »

Heinrich bemerkt zu dem Resultat:

»Nach den vorstehenden Untersuchungen steht das Bacillol in seinen desinfizierenden Eigenschaften den in der Praxis verbreiteten Desinfektionsmitteln (Lysol, Karbolsäure und Kreolin) nicht nach.«

Ein ähnlich günstiges Prüfungsattest konnte Glage[1]) ausstellen:

Abgetötet wurden:

Staphyl. pyog. aur.	durch 2	proz.	Bacillollösung in	1 Min.
» » »	» 1 1/2	»	»	» 5 »
» » albus	» 1 1/2	»	»	» 1 »
Bacillus der Schweineseuche	» 1/2	»	»	» 5 »
» » Geflügelcholera	» 1/2	»	»	» 5 »
» » Rotzkrankheit	» 1	»	»	» 5 »
» des Rotlaufs	» 1 1/2	»	»	» 8 »
» » »	» 1	»	»	» 10 »
Erreger der Schweinepest	» 1 1/2	»	»	» 1 »
Bact. coli commune	» 1 1/2	»	»	» 3 »
Milzbrandbacillen	» 2	»	»	momentan
»	» 1 1/2	»	»	in 1 Min.
Milzbrandsporen	» 8	»	»	» 10 »

1) Glage, Prüfungsattest der Desinfektionskraft des Bacillols vom Fleischschauamt Hamburg, Abt. für Bakteriologie, 1898.

Die Milzbrandsporen leisten demnach einen sehr grofsen Widerstand.

Das Schlufsergebnis des Fleischschauamts Hamburg lautete demgemäfs, dafs das Bacillol für die Desinfektion bei den erwähnten Seuchen anwendbar sei, bei Milzbrand, und zwar bei schon erfolgter Sporenbildung nur in der starken Konzentration von 8%.

Behrend[1]) liefs bei seinen Versuchen das Bacillol auf Streptokokken, Staphylokokken und Bac. coli einwirken. Behrend fafst seine Erfolge zusammen:

»Die am wenigsten widerstandsfähigen Streptokokken wurden bereits durch ½proz. Lösung bei 30 Sekunden Einwirkung abgetötet, während bei widerstandsfähigen Mikroorganismen bei 1proz. Lösung nur Wachstumshemmung, bei 2proz. bereits Abtötung erzielt wurde. Eine sichere Abtötung aller angewandten Bakterien erfolgte ..... bei 3—4proz. Lösungen, in 2 Minuten und in 5proz. Lösung bereits in 1 Minute.«

In seiner Sitzung vom 12. Februar 1900 hat der k. k. nieder.-österreich. Landes-Sanitätsrat[2]) das Bacillol als Desinfektionsmittel für geeignet erklärt. (Referent Univ.-Prof. Dr. Paltauf.)

Als Testmaterial dienten Milzbrandbacillen, Diphtherikokken, Bacterium coli, Pyocyaneus u. a.

Aus den Versuchen ging hervor, dafs das Bacillol den besten Mitteln seiner Art mindestens ebenbürtig, der Karbolsäure jedoch weit überlegen sei.

Die Versuche des bakteriologischen Instituts der Kgl. Haupt- und Residenzstadt Budapest (s. oben) erstreckten sich auf Staphylococcus, Cholera, Diphtherie-, Tuberkel- und Anthraxbacillen.

Es tötete ab:

Die	½proz.	Bacillollösung	die Anthraxbacillen		in	15	Min.
»	½ »	»	» übrigen Testobjekte		»	10	»
»	1 »	»	sämtliche Testobjekte		»	5	»
»	2 »	»	»	»	»	1	»

1) Prüfungsattest der Desinfektionskraft des Bacillols. Chem. und bakteriol. Laboratorium, Dr. L. Marquardt, Hamburg, 1899.

2) Sander, Mitteilungen über Bacillol, 1900.

Die 3proz. Bacillollösung	(Entwicklungshemmung sofort)		
	sämtliche Testobjekte sofort		
» 8 » »	Milzbrandsporen	in 10 Min.	

Weiterhin genügten 2 Tropfen Bacillol, um die Entwicklung von Staphyl. pyog., Diphtherie-, Typhus-, Cholera- und Malleusbacillen in 10 ccm Bouillon zu hemmen, 5 Tropfen, um die Entwicklung vollständig zurückzuhalten.

Nach Dr. Ajtai K. Sándor István steht das Bacillol demnach über allen bisher gebräuchlichen Desinfektionsmitteln.

Liebreich[1]) liefs zunächst 10 ccm einer 10proz. Bacillollösung auf 90 ccm frischer Milch einwirken. Die Milch hielt sich 6 Wochen und schied in dieser Zeit nur »Rahm ab.«

Das Kontrollkölbchen zeigte bereits nach 4 Tagen ein Dickwerden des Inhaltes, nach 12 Tagen starke Schimmelbildung.«

Da nach Liebreich die Versuche mit Fermenten keine eindeutigen Resultate lieferten, so genüge es, hier nur darauf verwiesen zu haben. Die Einwirkung von Bacillol auf Bakterien nahm Liebreich so vor, dafs er zu je 5 g Agarlösung so viel Tropfen einer 10proz. Bacillollösung hinzufügte, dafs der Nährboden 0,1, 0,5 und 1,0% Bacillol enthielt. Dann folgte die Überimpfung von Micrococcus tetragens, Prodigiosus, Staphylococcus pyog. aureus und Bac. subtilis. Die Resultate stimmten im wesentlichen überein mit denjenigen, welche Heinrich, Glage und Paltauf gefunden hatten.

In neuerer Zeit ist das Bacillol auch von Cramer (s. oben) einer Nachprüfung unterzogen worden. Benutzt wurden die Glasperlen und die Verdünnungsmethode. Sporenbildner wurden deshalb nicht als Testmaterial benutzt, »da die Kresole auf die Sporen so gut wie gar nicht einwirken.« Die Verdünnungsmethode und die Glasperlenmethode gaben übereinstimmende Resultate. Cramer berichtet über letztere wie folgt:

»Wie man aus Tabelle 1, welche die wesentlichen Versuche über das Bacillol übersichtlich vorführt, ersieht, ist die Desinfektionswirkung des Bacillols selbst in 1proz. Lösung, wie das

1) Über Bacillol. Therapeut. Monatshefte, 1901, Mai.

ja bei seinem hohen Gehalt an Kresolen nicht anders zu erwarten, eine recht befriedigende.

Die meisten Bakterien, Bact. coli, Bac. typhi abdominalis, Staphyl. aureus, von denen namentlich Bact. coli und der widerstandsfähige Staphyl. aureus als Testobjekte für die zur Zeit in Betracht kommenden Bakterien ohne Sporen gelten, vermögen der 1 proz. Bacilllolösung bei Zimmertemperatur nur 1—2 Minuten Widerstand zu leisten. Staphyl. aureus bleibt gelegentlich bis zu 5 Minuten entwicklungsfähig, darüber hinaus erliegt auch er.‹

Die Tuberkelbacillen waren im grobgeballten Sputum in 1 proz. Bacillollösung noch nach 3 Stunden nicht zum Absterben gebracht.

Zu der Zahl derjenigen, welche bisher, soweit mir die Litteratur bekannt ist, sich mit der Prüfung des Bacillols beschäftigt haben, gehören noch schliefslich Werner und Pajić (s. oben). Eingehender haben sie sich alllerdings nicht damit beschäftigt. Sie konnten jedoch konstatieren, dafs Schwämme, die mit Eiter imprägniert, in Bacillol gelegt und schliefslich mit sterilem Wasser von Bacillol nach Möglichkeit wieder befreit waren, aufserdem Catgut, Seide und Haare von Handbürsten nach gleicher Behandlung und nach Abimpfen auf Nährsubstrate diese wiederholt steril liefsen.

Es liegen somit bereits eine gröfsere Anzahl Prüfungen und Nachuntersuchungen über die antibakterielle Wirksamkeit des Bacillols vor, welche sämtlich, ohne Ausnahme, in ihren günstigen Resultaten übereinstimmen.

Es hätte daher von meiner Seite davon Abstand genommen werden können, ähnliche Versuche anzustellen, da nach all den vorliegenden guten Erfolgen die Desinfektionskraft des Bacillols als erwiesen gelten mufs.

Wenn ich trotzdem einige Versuche anstellte, so that ich es, um mich selbst von der Wirkung des Bacillols zu überzeugen. Anderseits sollten meine Versuche gleichzeitig Vorversuche zu den später zu besprechenden Desinfektionsversuchen sein. Deshalb erstrecken sich meine Versuche nicht nur auf wässerige, sondern auch auf alkoholische Bacillollösungen. Zwecks Herrichtung der

wässerigen Lösungen wurde steriles Wasser verwandt, der alkoholischen aber ca. 99 proz. Alkohol benutzt.

Die folgenden Tabellen mögen die Wirkungen 1, 2 und 3 proz. Bacillol-Wasser- und Bacillol-Alkohollösungen unter Zuhülfenahme der Verdünnungsmethode veranschaulichen.

Tabelle I.

Einwirkung von Bacillol-Wasserlösungen auf Staph. pyog. aureus, Prodigiosus, Bac. typhi abdom. und eine Sarcineart in 1 proz. Lösung.

Einwirkungsdauer in Min.	$^1/_2$	1	3	5	8	10	15	20	30	60
Staph. pyog. aureus	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—
Prodigiosus	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—
Typhusbacillus	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sarcine	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—

In 2 proz. Lösung.

Einwirkungsdauer in Min.	$^1/_2$	1	3	5	8	10	15	20	30	60
Staph. pyog. aureus	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Prodigiosus	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Typhusbacillus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sarcine	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

In 3 proz. Lösung.

Einwirkungsdauer in Min.	$^1/_2$	1	3	5	8	10	15	20	30	60
Staph. pyog. aureus	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Prodigiosus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Typhusbacillus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sarcine	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Einwirkung von Bacillol-Alkohollösungen auf Staph. pyog. aur., Prodigiosus, Bac. typhi abdom. und eine Sarcineart in 1 proz. Lösung.

Einwirkungsdauer in Min.	$^1/_2$	1	3	5	8	10
Staph. pyog. aureus	+	—	—	—	—	—
Prodigiosus	—	—	—	—	—	—
Typhusbacillus	—	—	—	—	—	—
Sarcine	—	—	—	—	—	—

In 2proz. Lösung.

Einwirkungsdauer in Min.	1/2	1	3	5	8	10
Staph. pyog. aureus	+	—	—	—	—	—
Prodigiosus	—	—	—	—	—	—
Typhusbacillus	—	—	—	—	—	—
Sarcine	—	—	—	—	—	—

In 3proz. Lösung.

Einwirkungsdauer in Min.	1/2	1	3	5	8	10
Staph. pyog. aureus	—	—	—	—	—	—
Prodigiosus	—	—	—	—	—	—
Typhusbacillus	—	—	—	—	—	—
Sarcine	—	—	—	—	—	—

Als Testobjekte dienten also sowohl für die wässerigen, als auch die alkoholischen Bacillollösungen der Staphylococcus pyog. aureus, Prodigiosus, bac. typhi abdom. und eine gelbe, grofse Sarcineart, die ich bei Desinfektionsversuchen von meiner eigenen Hand isoliert hatte. Benutzt wurde die Verdünnungsmethode. Zu 1 ccm einer Bouillonkultur wurde 1 ccm einer Bacillollösung zugesetzt, die doppelt so viel Bacillol enthielt als die Lösung, die geprüft werden sollte, so dafs die richtige Konzentration erst in der Bacillol-Wasser-Bouillonlösung erhalten wurde.

Das Resultat war folgendes:

Bacillol-Wasser-Lösungen:

Durch 1proz. Lösung wurden abgetötet:

Staphyl. pyog. aureus in 8 Minuten
Prodigiosus » 5 »
Bac. typhi. abdom. » 1 »
Sarcine » 1 »

Durch 2proz. Lösung:

Staphyl. pyog. aureus » 3 »
Prodigiosus » » »
Bacill. typhi. abdom. » 1/2 »
Sarcine » 1/2 »

Durch 3 proz. Lösung:

Staphyl. pyog. aureus	in	3	Minuten
Prodigiosus	»	1/2	»
Bac. typhi. abdom.	»	1/2	»
Sarcine	»	1/2	»

Das Resultat stimmt mit den übrigen oben erwähnten Prüfungsergebnissen überein. 2 und 3 proz. wässerige Bacillollösungen üben auf meine 4 Testobjekte schon innerhalb 1/2—3 Minuten eine abtötende Wirkung aus. Noch glänzender war der Erfolg mit den alkoholischen Bacillollösungen.

Nur Staphyl. pyog. aureus wurde durch die resp. 2 proz. Bacillol-Alkohollösung erst nach 1 Minute Einwirkungsdauer abgetötet, während Prodigiosus, Bac. typhi abdominalis und die Sarcine bei Verwendung von 1-, 2- und 3 proz. Bacillol-Alkohollösungen schon nach 1/2 Minute Einwirkungsdauer nicht mehr zur Entwicklung gelangten; durch die 3 proz. Lösungen wurde auch Staphyl. pyog. aureus nach 1/2 Minute schon abgetötet.

Zu ähnlichen Resultaten gelangte ich, wenn ich die Desinfektionslösungen auf an Granaten angetrocknete Bakterien einwirken liefs (unter Benutzung eines Bänkchens zur Aufnahme der Granaten).

Das Nähere ergeben die folgenden Tabellen:

Tabelle II.

Einwirkung von Bacillol-Wasserlösungen auf Staphyl. pyog. aur., Prodigiosus, Bac. typhi abdominal. und eine Sarcineart (an Granaten angetrocknet, mit Benutzung eines Bänkchens zur Aufnahme der Granaten). In 1 proz. Lösung.

Einwirkungszeit in Min.	1/2	1	3	5	8	10
Staphyl. pyog. aur.	+	+	+	+	—	—
Prodigiosus	—	—	—	—	—	—
Typhusbacillus	+	+	+	—	—	—
Sarcine	—	—	—	—	—	—

In 2proz. Lösung.

Einwirkungszeit in Min.	1/2	1	3	5	8	10
Staphyl. pyog. aur.	+	+	—	—	—	—
Prodigiosus	—	—	—	—	—	—
Typhusbacillus	+	—	—	—	—	—
Sarcine	—	—	—	—	—	—

In 3proz. Lösung.

Einwirkungszeit in Min.	1/2	1	3	5	8	10
Staphyl. pyog. aur.	+	—	—	—	—	—
Prodigiosus	—	—	—	—	—	—
Typhusbacillus	—	—	—	—	—	—
Sarcine	—	—	—	—	—	—

Einwirkung von Bacillol-Alkohollösungen auf Staphyl. pyog. aur., Prodigiosus, Bac. typhi abdominalis und eine Sarcineart (an Granaten angetrocknet, mit Benutzung eines Bänkchens zur Aufnahme der Granaten).

In 1proz. Lösung.

Einwirkungszeit in Min.	1/2	1	3	5	8	10
Staphyl. pyog. aur.	+	+	—	—	—	—
Prodigiosus	—	—	—	—	—	—
Typhusbacillus	+	—	—	—	—	—
Sarcine	—	—	—	—	—	—

In 2proz. Lösung.

Einwirkungszeit in Min.	1/2	1	3	5	8	10
Staphyl. pyog. aur.	+	—	—	—	—	—
Prodigiosus	—	—	—	—	—	—
Typhusbacillus	—	—	—	—	—	—
Sarcine	—	—	—	—	—	—

In 3proz. Lösung.

Einwirkungszeit in Min.	1/2	1	3	5	8	10
Staphyl. pyog. aur.	+	+	—	—	—	—
Prodigiosus	—	—	—	—	—	—
Typhusbacillus	—	—	—	—	—	—
Sarcine	—	—	—	—	—	—

Ich habe nun Versuche angestellt, um zu prüfen, ob und inwieweit sich das Bacillol als Händedesinfiziens für die ärztliche Praxis verwenden läſst.

Auch hier ging ich ganz nach den Vorschriften von Paul und Sarwey vor, benutzte den sterilen Kasten und konnte dann mit Leichtigkeit die Wirkung des Desinfiziens sowohl auf die oberflächlich gelegenen, als auch auf die tiefer in der Haut befindlichen Keime feststellen. Die Methode ist bekannt und muſs ich, was die Einzelheiten der Versuchsanordnung angeht, auf meine erste Desinfektionsarbeit verweisen.

Ich prüfte das Bacillol als Händedesinfiziens zuerst in wässeriger und zwar in 1-, 2- und 3proz. Lösung.

Einige Herren, die am bakteriologischen Kurse teilnahmen, erklärten sich freundlichst bereit, einige Versuche mitzumachen.

Ich lasse nun meine erste Versuchsreihe folgen.

Tabelle III. **Bacillol-Wasser-Desinfektion.**

Bakteriologische Prüfung der desinfizierten Hände mit Benutzung des Paul-Sarweyschen sterilen Kastens.

⊖ = steril, ◔ = wenig Keime (1—20), ⊕ = viele Keime (20—80), ● = sehr viele Keime (über 80).

Lfd. Nummer	Versuchsperson	Teile der Hände, die auf ihren Keimgehalt geprüft werden	Vor der Behandlung mit Bacillol-Wasser: Keimgehalt der Tageshände		Nach der Behandlung mit Bacillol-Wasser							
			trocken	nach 5 Min. langem Waschen mit steril. Bürste u. steril. Seife in steril. heißem Wasser	5 Min. langes Bearbeiten der Hände mit steril. Flanelllappen in Bacillol-Wasser: Keimgehalt	10 Min. langes Baden der desinfizierten Hände in 42° heißem steril. Wasser: Keimgehalt d. Badewassers	10 Min. langes Baden …: Keimgehalt der gebadeten Hände	5 Min. langes Scheuern der Hände in einem 42° heißen, sterilen Sandbade: Keimgehalt d. Sandbades	5 Min. langes Scheuern …: Keimgehalt der gescheuerten Hände	Abschaben der Hände mit steril. scharfen Löffel: Rechte Hand	Abschaben …: Linke Hand
			1 proz. Bacillol-Wasser.								
1	Dr. Engels	Handoberfläche	⊕	●	◔		●		●		
		Nagelfalz	⊕	●	◔	●	●	●	●	●	●
		Unternagelraum	●	●	●		●		●		
2	»	Handoberfläche	◔	⊕	●		●		●		
		Nagelfalz	⊕	●	●	●	●	●	●	●	●
		Unternagelraum	●	●	●		●		●		
3	»	Handoberfläche	◔	◔	◔		◔		◔		
		Nagelfalz	◔	⊕	◔	⊕	◔	⊕	◔	⊕	⊕
		Unternagelraum	◔	●	●		●		⊕		
4	»	Handoberfläche	◔	●	⊕		◔		●		
		Nagelfalz	●	●	⊕	●	●	●	⊕	●	●
		Unternagelraum	●	●	●		●		●		
5	»	Handoberfläche	⊕	●	●		⊕		●		
		Nagelfalz	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		Unternagelraum	●	●	+		●		●		

	cand. med.	Nagelfalz	◷	●	◷	●	⊕	●	⊕	⊕	⊕
		Unternagelraum	●	●	●		●		●		
2	Achelis, cand. med.	Handoberfläche	◷	◷	◷		⊕		⊕		
		Nagelfalz	⊕	⊕	◷	⊕	◷	●	⊕	◷	⊕
		Unternagelraum	⊕	●	◷		◷		◷		
3	Dr. Engels	Handoberfläche	◷	●	⊖		◷		◷		
		Nagelfalz	◷	●	⊖	◷	◷	●	⊕	⊕	⊕
		Unternagelraum	●	●	◷		⊕		◷		
4	»	Handoberfläche	◷	●	⊖		◷		◷		
		Nagelfalz	◷	●	⊕	◷	◷	⊕	⊕	●	⊕
		Unternagelraum	●	●	◷		◷		⊕		
5	»	Handoberfläche	◷	●	◷		◷		⊖		
		Nagelfalz	◷	●	⊖	◷	◷	◷	⊖	⊖	◷
		Unternagelraum	⊕	●	◷		◷		◷		
		3 proz. Bacillol-Wasser.									
1	Keller, cand. med.	Handoberfläche	◷	●	⊕		●		⊕		
		Nagelfalz	◷	●	◷	●	⊕	●	◷	●	◷
		Unternagelraum	◷	●	⊕		⊕		⊕		
2	»	Handoberfläche	●	●	◷		⊕		●		
		Nagelfalz	●	●	●	●	●	●	●	●	◷
		Unternagelraum	⊕	●	⊕		●		●		
3	Dr. Engels	Handoberfläche	◷	●	⊖		⊕		⊕		
		Nagelfalz	◷	●	⊖	●	⊕	●	⊕	◷	⊕
		Unternagelraum	●	⊕	⊕		●		●		
4	»	Handoberfläche	●	●	◷		●		◷		
		Nagelfalz	●	●	⊕	●	⊕	●	⊕	⊕	⊕
		Unternagelraum	●	●	◷		⊕		●		
5	»	Handoberfläche	◷	◷	⊖		◷		◷		
		Nagelfalz	◷	●	⊖	⊕	◷	●	◷	◷	◷
		Unternagelraum	⊕	●	⊖		⊕		◷		

Laut Tabelle wurden mit Bacillol in **wässeriger Lösung** insgesamt 15 Versuche gemacht und zwar je 5 Versuche mit 1-, 2- und 3 proz. Bacillol-Wasserlösungen.

Es enthielten die Agarplatten nach 5 Minuten langem Waschen der Hände mit steriler Bürste und steriler Seife in sterilem heifsen Wasser meist bedeutend mehr Kolonien, als vor der Waschung von der Hand entnommen werden konnten.

Im einzelnen **war das Resultat nach erfolgter Desinfektion** folgendes:

	1 % Bacillol-Wasser	2 % Bacillol-Wasser	3 % Bacillol-W
1. Keimgehalt der Hände nach der Desinfektion mit Bacillol-Wasser:			
Sterilität	in 0 Fällen 0,0 %	in 4 Fällen 26,7 %	in 5 Fällen 33
Wenig Keime . .	› 4 › 26,7 ›	› 9 › 60,0 ›	› 4 › 26,
Viele Keime . .	› 3 › 20,0 ›	› 1 Falle 6,7 ›	› 5 › 33,
Sehr viele Keime	› 8 › 53,3 ›	› 1 › 6,7 ›	› 1 Fall 6,
2. Keimgehalt des Badewassers:			
Sterilität	in 0 Fällen 0,0 %	in 0 Fällen 0,0 %	in 0 Fällen 0,
Wenig Keime . .	› 0 › 0,0 ›	› 3 › 60,0 ›	› 0 › 0,
Viele Keime . .	› 1 Fall 20,0 ›	› 1 Fall 20,0 ›	› 1 Fall 20,
Sehr viele Keime	› 4 Fällen 80,0 ›	› 1 › 20,0 ›	› 4 Fällen 80,
3. Keimgehalt der gebadeten Hände:			
Sterilität	in 0 Fällen 0,0 %	in 0 Fällen 0,0 %	in 0 Fällen 0,
Wenig Keime . .	› 3 › 20,0 ›	› 10 › 66,7 ›	› 2 › 13,
Viele Keime . .	› 1 Fall 6,7 ›	› 4 › 26,7 ›	› 8 › 53,
Sehr viele Keime	› 11 Fällen 73,3 ›	› 1 Fall 6,7 ›	› 5 › 33,
4. Keimgehalt des Sandbades:			
Sterilität	in 0 Fällen 0,0 %	in 0 Fällen 0,0 %	in 0 Fällen 0,
Wenig Keime . .	› 0 › 0,0 ›	› 1 Fall 20,0 ›	› 0 › 0,
Viele Keime . .	› 1 Fall 20,0 ›	› 1 › 20,0 ›	› 0 › 0,
Sehr viele Keime	› 4 Fällen 80,0 ›	› 3 Fällen 60,0 ›	› 5 › 100,
5. Keimgehalt der gescheuerten Hände:			
Sterilität	in 0 Fällen 0,0 %	in 2 Fällen 13,3 %	in 0 Fällen 0,
Wenig Keime . .	› 2 › 13,3 ›	› 5 › 33,3 ›	› 5 › 33,
Viele Keime . .	› 2 › 13,3 ›	› 7 › 46,7 ›	› 5 › 33,
Sehr viele Keime	› 11 › 73,3 ›	› 1 Fall 6,7 ›	› 5 › 33,

	1% Bacillol-Wasser	2% Bacillol-Wasser	3% Bacillol-Wasser
6. Keimgehalt der Abschabsel:			
a) Rechte Hand:			
lität	in 0 Fällen 0,0%	in 1 Fall 20,0%	in 0 Fällen 0,0%
ig Keime . .	» 0 » 0,0 »	» 1 » 20,0 »	» 2 » 40,0 »
Keime . .	» 1 Fall 20,0 »	» 2 Fällen 40,0 »	» 1 Fall 20,0 »
viele Keime	» 4 Fällen 80,0 »	» 1 Fall 20,0 »	» 2 Fällen 40,0 »
b) Linke Hand:			
lität	in 0 Fällen 0,0%	in 0 Fällen 0,0%	in 0 Fällen 0,0%
ig Keime . .	» 0 » 0,0 »	» 1 Fall 20,0 »	» 3 » 60,0 »
e Keime . .	» 1 Fall 20,0 »	» 4 Fällen 80,0 »	» 2 » 40,0 »
viele Keime	» 4 Fällen 80,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »

Aus den tabellarisch zusammengestellten Desinfektionsresultaten mit 1-, 2- und 3proz. Bacillol-Wasserlösungen geht hervor, dafs schon eine 1proz. Bacillollösung bakterizide Eigenschaften hat, mit anderen Worten:

Nach der Desinfektion der Hände waren stets erheblich weniger Keime von den Händen zu entnehmen, wie von der trockenen und insbesonders von der gewaschenen Hand. Sterilität habe ich allerdings in keinem Falle erzielt, meist waren es sogar über 80 Keime auf der Platte. Immerhin wiesen auch die durch schwarze Felder gekennzeichneten Platten nach der Desinfektion ganz bedeutend weniger Kolonien auf, als die in Rubrik 1 und 2 der Tabelle III gezeichneten schwarzen Felder. Es ist das für mich der Beweis, dafs eine sehr grofse Anzahl von Keimen durch die 1proz. Bacillollösung in der That abgetötet sind.

Je weiter ich allerdings in der Versuchsanordnung vorschritt, desto mehr Keime traten wieder auf. Die Tiefenwirkung ist demnach bei 1proz. Bacillollösung nicht sehr grofs.

Anders war es schon bei Verwendung der 2proz. Bacillol-Wasserlösung. Nach der Desinfektion blieben schon 26,7% der Platten steril, je 6,7% = 1 Platte enthielt nur viel, resp. sehr viele Keime, während in 60% nur wenige Keime (1—20) aufgegangen waren.

Auch schien hier die Tiefeinwirkung eine bessere zu sein, ich erzielte nachher noch dreimal sterile Platten, meist waren keine 80 Keime vorhanden.

Bei Anwendung von 3proz. Bacillollösung war die oberflächliche Desinfektionswirkung noch etwas besser, 33,3 % sterile Platten, auch nur einmal über 80 Keime, sonst stets unter 80, während auf den vorhergehenden Platten (vor der Desinfektion) ganz enorm viele Kolonien sich entwickelt hatten. Es fiel mir auf, dafs bei 3proz. Lösung bei der weiteren Versuchsanordnung wieder mehr Kolonien sich entwickelt hatten, besonders nach dem Waschen und nach dem Scheuern der Hände im sterilen Kasten.

Auf welche Ursachen diese immerhin auffallende Zunahme der Keime zurückzuführen ist, konnte ich nicht eruieren, zumal Sand und das zum Waschen dienende Wasser sich vor dem Gebrauche stets steril erwiesen.

Die 1-, 2- und 3proz. Bacillol-Wasserlösungen greifen die Haut nicht an.

Eitererreger wurden in sehr vielen Fällen nachgewiesen; alle Kolonien auf solche zu untersuchen würde zu viel Zeit in Anspruch genommen haben.

Meine nunmehr folgende Versuchsreihe beschäftigt sich mit der alkoholischen Lösung des Bacillols; zugesetzt wurde stets ca. 99proz. Alkohol.

Geprüft wurden auf ihren Desinfektionswert 1-, 2- und 3proz. Bacillol-Alkohollösungen.

In der Versuchsanordnung änderte sich sonst nichts.

Tabelle IV auf S. 290 und 291 gibt uns die Resultate wieder.

Das Resultat dieser Versuche war folgendes:

	1 % Bacillol-Alkohol	2 % Bacillol-Alkohol	3 % Bacillol-Alk
1. Keimgehalt der Hände nach der Desinfektion mit Bacillol-Alkohol.			
Sterilität	in 13 Fällen 86,7 %	in 12 Fällen 80,0 %	in 12 Fällen 80,(
Wenig Keime . .	» 2 » 13,3 »	» 3 » 20,0 »	» 3 » 20,(
Viele Keime . .	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,(
Sehr viele Keime	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,(

	1 % Bacillol-Alkohol	2 % Bacillol-Alkohol	3 % Bacillol-Alkohol
2. Keimgehalt des Badewassers:			
ät	in 3 Fällen 60,0 %	in 2 Fällen 40,0 %	in 2 Fällen 40,0 %
Keime . .	» 2 » 40,0 »	» 3 » 60,0 »	» 3 » 60,0 »
Keime . .	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »
iele Keime	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »
3. Keimgehalt der gebadeten Hände:			
ät	in 13 Fällen 86,7 %	in 8 Fällen 53,3 %	in 12 Fällen 80,0 %
Keime . .	» 2 » 13,3 »	» 7 » 46,7 »	» 3 » 20,0 »
Keime . .	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »
viele Keime	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »
4. Keimgehalt des Sandbades:			
tät	in 4 Fällen 80,0 %	in 3 Fällen 60,0 %	in 4 Fällen 80,0 %
; Keime . .	» 1 Fall 20,0 »	» 2 » 40,0 »	» 1 Fall 20,0 »
Keime . .	» 0 Fällen 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 Fällen 0,0 »
viele Keime	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »
5. Keimgehalt der gescheuerten Hände:			
ität	in 9 Fällen 60,0 %	in 11 Fällen 73,3 %	in 10 Fällen 66,7 %
g Keime . .	» 6 » 40,0 »	» 4 » 26,7 »	» 5 » 33,3 »
Keime . .	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »
viele Keime	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »
6. Keimgehalt der Abschabsel:			
a) Rechte Hand:			
ität	in 3 Fällen 60,0 %	in 3 Fällen 60,0 %	in 2 Fällen 40,0 %
g Keime . .	» 2 » 40,0 »	» 2 » 40,0 »	» 3 » 60,0 »
Keime . .	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »
viele Keime	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »
b) Linke Hand:			
lität	in 3 Fällen 60,0 %	in 3 Fällen 60,0 %	in 3 Fällen 60,0 %
ig Keime . .	» 2 » 40,0 »	» 2 » 40,0 »	» 2 » 40,0 »
Keime . .	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »
viele Keime	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »

Tabelle IV. **Bacillol-Alkohol-Desinfektion.**

Bakteriologische Prüfung der desinfizierten Hände mit Benutzung des Paul-Sarweyschen sterilen Kastens.

⊖ = steril, ⊕ = viele Keime (20—80),
◐ = wenig Keime (1—20), ● = sehr viele Keime (über 80).

Lfd. Nummer	Versuchsperson	Teile der Hände, die auf ihren Keimgehalt geprüft werden	Vor der Behandlung mit Bacillol-Alkohol: Keimgehalt der Tageshände, trocken	Vor der Behandlung mit Bacillol-Alkohol: Keimgehalt der Tageshände, nach 5 Min. langem Waschen m. ster. Bürste u. ster. Seife in sterilem, heifsen Wasser	Nach der Behandlung mit Bacillol-Alkohol: 5 Min. lang. Bearbeiten der Hände mit steril. Flanellappen in Bacillol-Alkohol: Keimgehalt	10 Min. langes Baden der desinfizierten Hände in 42° heifsem, sterilen Wasser: Keimgehalt des Badewassers	10 Min. langes Baden …: Keimgehalt der gebadeten Hände	5 Min. langes Scheuern der Hände in einem 42° warmen, sterilen Sandbade: Keimgehalt d. Sandbades	5 Min. langes Scheuern …: Keimgehalt der gescheuerten Hände	Abschaben der Hände mit sterilem, scharfen Löffel: Rechte Hand	Abschaben …: Linke Hand
		1proz. Bacillol-Alkohol.									
1	Dr. Engels	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	◐ ⊕ ⊕	● ● ●	⊖ ⊖ ⊖	◐1	⊖ ⊖ ⊖	◐2	⊖ ⊖ ◐1	◐1	⊖
2	»	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	● ⊕ ◐	● ● ●	⊖ ⊖ ⊖	⊖	⊖ ⊖ ◐ 2 Staphyl.	⊖	◐1 ◐7 4 Staphyl. ⊖	⊖	⊖
3	»	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	◐ ◐ ◐	◐ ◐ ●	⊖ ⊖ ⊖	⊖	◐3 2 Staph. ⊖ ⊖	⊖	⊖ ◐2 ◐2 1 Staphyl.	◐1	◐2
4	»	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	⊕ ⊕ ◐	● ● ●	◐1 ⊖ ⊖	◐1	⊖ ⊖ ⊖	⊖	⊖ ⊖ ⊖	⊖	◐1
5	5	Handoberfläche Nagelfalz Unternagelraum	+ r r	+ + +	⊖ I r I	I	I I I	I	↑1 I I	I	I

		Nagelfalz	◷	◷	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	◷	◷	⊖		⊖		⊖		
2	»	Handoberfläche	●	●	⊖		⊖		◷ 3		
		Nagelfalz	●	●	⊖	◷ 1	⊖	⊖	⊖	◷ 1 Staphyl.	◷ 8
		Unternagelraum	◷	●	⊖		⊖		⊖		
3	Ruez, prakt. Arzt	Handoberfläche	⊕	●	⊖		◷ 3		⊖		
		Nagelfalz	●	●	⊖	◷ 2	◷ 1	⊖	⊖	◷ 1	⊖
		Unternagelraum	●	●	⊖		⊖		⊖		
4	Dr. Engels	Handoberfläche	⊕	◷	◷ 1		◷ 1		⊖		
		Nagelfalz	◷	⊕	⊖	◷ 17 7 Staphyl.	◷ 1	◷ 4 1 Staph.	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	●	●	⊖		◷ 1		◷ 3 Staphyl.		
5	»	Handoberfläche	◷	⊕	◷ 2		⊖		◷ 1		
		Nagelfalz	●	⊕	⊖	⊖	⊖	◷ 5	⊖	⊖	◷ 1
		Unternagelraum	⊕	⊕	⊖		◷ 1		◷ 1		
		3proz. Bacillol-Alkohol.									
1	Dr. Engels	Handoberfläche	◷	⊕	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	◷	◷	⊖	◷ 2	◷ 1	⊖	⊖	◷ 1	⊖
		Unternagelraum	◷	⊕	⊖		⊖		⊖		
2	»	Handoberfläche	⊕	●	⊖		◷ 1		⊖		
		Nagelfalz	◷	⊕	◷ 1	◷ 6 2 Staphyl.	⊖	◷ 2	◷ 4	⊖	◷ 1
		Unternagelraum	◷	⊕	⊖		⊖		⊖		
3	»	Handoberfläche	◷	◷	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	◷	◷	⊖	◷ 1 Staphyl.	⊖	⊖	⊖	◷ 1	⊖
		Unternagelraum	◷	⊕	⊖		⊖		◷ 1		
4	Ruez, prakt. Arzt	Handoberfläche	◷	◷	⊖		⊖		◷ 13 9 Staphyl.		
		Nagelfalz	◷	●	⊖	⊖	⊖	⊖	◷ 2 1 Staphyl.	◷ 1	◷ 3
		Unternagelraum	◷	●	⊖		⊖		◷ 2		
5	Dr. Engels	Handoberfläche	⊕	◷	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	⊕	◷	◷ 1	⊖	◷ 1	⊖	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	◷	●	◷ 4		⊖		⊖		

Die Versuche haben wiederum bewiesen, daſs die seifigen alkoholischen Desinfektionsgemische eine sehr hohe Desinfektionskraft besitzen. In sämtlichen 15 Versuchen mit 1-, 2- und 3 proz. Bacillol-Alkohollösungen ist die Anzahl der Keime auf den Platten nicht ein einziges Mal über 20 gestiegen, ein Resultat, noch günstiger als das der Lysoform-Alkohol-Versuchsreihe meiner ersten Arbeit.

Der Unterschied zwischen den einzelnen Resultaten der 1-, 2- und 3 proz. Bacillol-Alkohollösungen war nur gering. Die Differenzen betragen meist nur wenige Prozente.

Auch in der Tiefenwirkung unterscheiden sich die 1-, 2- und 3 proz. Bacillol-Alkohollösungen nur wenig. Wie die vorhergehende Tabelle zeigt, blieben die meisten Platten steril. Auf den übrigen Platten waren nur »wenige« Keime gewachsen, auf einer Platte der 2 proz. Bacillol-Alkoholversuche waren 17 Kolonien zur Entwicklung gekommen und auf einer der 3 proz. Bacillol-Alkoholreihe 13; sonst blieb die Zahl der Kolonien stets unter 10.

Während demnach die übrigen Keime der Hände zum gröſsten Prozentsatz durch Bacillol-Alkohol abgetötet wurden, hielten sich die Staphylokokken den Lösungen gegenüber merkwürdig resistent. In jeder Reihe der Versuche mit 1-, 2- und 3 proz. Bacillol-Alkohol konnten in je 2 Versuchen Eitererreger nachgewiesen werden.

Es handelte sich ausschlieſslich um Staphylokokken.

Das Nähere zeigt ein Blick auf die Tabelle, auf der auch die Anzahl der Staphylokokkenkolonien markiert ist. Die untere von zwei Zahlen gibt regelmäſsig die Zahl der eitererregenden Kolonien an.

Es drängt sich uns hier wieder die Frage auf, wie ist die hohe Desinfektionswirkung des Alkohols mit dem Bacillol zu erklären?

Ich kann hier zurückgreifen auf das, was ich bezüglich der Wirkung des Lysoform-Alkohols in meiner ersten Desinfektionsarbeit gesagt habe. Wir wissen, daſs es sich beim Bacillol genau so wie beim Lysoform um ein Seifenpräparat handelt. Die Haut

wird also während der ganzen Dauer der Desinfektion durch den seifigen Anteil des Bacillols weich, geschmeidig und locker gehalten und zwar beim Bacillol in noch höherem Grade wie beim Lysoform, wie die Versuche bewiesen haben. Dadurch wird es dem Alkohol einerseits und dem Kresolbestandteile des Bacillols anderseits leichter und bequemer, in die Tiefe zu dringen, damit mehr Keime zu treffen und abzutöten, als wenn die Haut allein durch die einmalige, 5 Minuten lange Waschung vor der Desinfektion aufgeweicht wird.

Die Bacillol-Alkoholkombination greift die Hände in keiner Weise an, wirkt auch nicht durch ihren Geruch unangenehm. Am angenehmsten fand ich die 2proz. Bacillol-Alkohollösung, da durch dieselbe die Hände einmal nicht übermäfsig geschmeidig und glatt wurden, anderseits sich die schrumpfende Wirkung des Alkohls weniger bemerkbar machte.

Bezüglich der Einwirkung auf Eitererreger, auch auf Staphylokokken verhalten sie sich ähnlich wie alle andern Desinfektionsflüssigkeiten, d. h. es werden nicht alle Staphylokokken der Hand abgetötet.

Zum Schlufs sei es mir gestattet, der Übersichtlichkeit halber die Resultate sowohl des Bacillolwasser-, als der Bacillol-Alkohol-Versuche noch einmal kurz zusammen zu fassen:

	Sterile Platte	Wenig Keime	Viele Keime	Sehr viele Keime
1 % Bacillol-Wasser . . .	0,0 %	13,8 %	15,4 %	70,8 %
2 % Bacillol-Wasser . . .	10,8 »	46,1 »	30,8 »	12,3 »
3 % Bacillol-Wasser . . .	7,7 »	24,6 »	33,8 »	33,8 »
1 % Bacillol-Alkohol . . .	73,8 »	26,2 »	0,0 »	0,0 »
2 % Bacillol-Alkohol . . .	64,6 »	35,4 »	0,0 »	0,0 »
3 % Bacillol-Alkohol . . .	69,2 »	30,8 »	0,0 »	0,0 »

Die Tabelle enthält nach Prozenten die Gesamtresultate, die nach der jedesmaligen Desinfektion von mir erzielt worden sind.

Zum Vergleich erlaube ich mir, die Tabelle meiner ersten Arbeit hier noch einmal einzufügen, welche die Resultate wieder-

gibt, die ich mit Heifswasser-Alkohol und Seifenspiritus erhalten habe:

Desinfiziens	Sterilität	Wenig Keime	Viele Keime	Sehr viele Keime
Heifswasser-Alkohol . . .	29,1 %	64,3 %	6,1 %	0,4 %
Seifenspiritus	3,5 »	20,7 »	57,3 »	18,3 »

Über den Fettreichtum der Abwässer und das Verhalten des Fettes im Boden der Rieselfelder Berlins.

Von

Dr. **Karl Schreiber,**

Berlin.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Es darf wohl als zweifellos hingestellt werden, daſs für Groſsstädte, sofern ihnen nur ein ausreichendes und passendes Gelände zur Verfügung steht, eine rationelle Berieselung zur Zeit immer noch die beste Methode für die Beseitigung der Kanaljauche darstellt.

So funktionieren denn auch in Berlin die Rieselanlagen im allgemeinen recht gut und weisen verhältnismäſsig nur geringe Miſsstände auf. Daſs solche Miſsstände aber wirklich bestehen, davor darf man nicht die Augen verschlieſsen, wenn man sich auch in gewissem Grade daran gewöhnt hat, sie als unvermeidlich mit in den Kauf zu nehmen. Einer dieser Übelstände für den Betrieb ist darin zu suchen, daſs gewisse Bestandteile der Kanalwässer durch den Erdboden überhaupt nicht oder nicht schnell genug verarbeitet werden, so daſs infolgedessen der Boden mit einer allmählich wachsenden Menge unverdaulicher Stoffe überschwemmt und das Pflanzenwachstum physikalisch und chemisch gehemmt werden kann. Während die Rieselmethode, was die Entfernung und Verwertung der gelösten organischen Stoffe im Boden anlangt, den anderen Methoden voran ist, läſst sich dasselbe nicht in gleichem Maſse

von den suspendierten Bestandteilen sagen, und unter diesen ist es besonders das mitgeführte Fett, welches im Verein mit der sich schwer zersetzenden Cellulose zu einer Kalamität führt, die man als »Verschlickung der Rieselfelder« bezeichnet.

Durch die Arbeiten von Rubner[1]), Laxa[2]), und mir[3]) sind die Beziehungen der Mikroorganismen zur Fettzersetzung auch in Bezug auf die Fettzersetzung im Boden näher gekennzeichnet worden: Aus allen diesen Versuchen geht hervor, dafs die Zersetzung des Fettes durch Mikroorganismen, selbst unter günstigeren Bedingungen als sie auf den Rieselfeldern herrschen, eine sehr langsame ist, jedenfalls also nicht Schritt hält mit der Zersetzung des stickstoffhaltigen Materials.

Von der Beseitigung der Verschlickung hat man bisher wegen der hohen Unkosten immer noch Abstand nehmen müssen. Diese Aufgabe würde sich jedoch lösen lassen, wenn es gelänge, für das in dem Rieselschlick enthaltene Fett eine bessere Verwertung zu finden, als es bis jetzt geschieht, wo der Schlick nur für landwirtschaftliche Zwecke verwendet wird.

Ehe man zu diesen Fragen Stellung nehmen kann, ist es wichtig, die Verhältnisse des Fettreichtums und die Art der Fettzufuhr zu den Rieselfeldern näher kennen zu lernen. Diesem Zwecke soll die folgende Arbeit dienen, zu der die Anregung von Herrn Stadtrat Marggraff[4]), dem Vorsitzenden für die

1) Rubner, Über Spaltung und Zersetzung von Fetten etc., Bd. 38, S. 78.

2) Laxa, Über die Spaltung des Butterfetts durch Mikroorganismen. Bd. 41, S. 119.

3) Schreiber, Fettzersetzung durch Mikroorganismen, Bd. 41, S. 328.

4) Herrn Stadtrat Marggraff und Herrn Geheimrat Rubner bin ich für das rege Interesse, welches sie für die Inangriffnahme und die Ausführung meiner Untersuchungen bewiesen haben, zu besonderem Dank verpflichtet; ebenso möchte ich auch den Herren Beamten der städtischen Kanalisationsverwaltung und den Herren Administratoren der Rieselfelder, welche meine Arbeiten stets mit aufserordentlicher Liebenswürdigkeit unterstützt haben, vor allem Herrn Betriebsdirigenten Fechner und Herrn von Pressenthin in Sputendorf, meinen verbindlichsten Dank aussprechen.

Städtischen Kanalisationswerke und Rieselfelder, und Herrn Geheimrat Rubner ausgegangen ist.

Bestimmung des Fettgehaltes.

Zur Bestimmung des Fettgehaltes wurden von dem Kanalwasser etwa 3—5 l auf dem Wasserbade eingedampft, der Trockenrückstand verrieben, 1—2 Stunden bei 97° C. getrocknet und in der üblichen Weise im Soxhletschen Apparat extrahiert.

Von den Schlick- und Bodenproben und ähnlichen festeren Massen wurden ca. 1—2 cdm soweit getrocknet, dafs sich die Substanz genügend zerkleinern und mischen liefs. Dann wurde ein kleiner Teil, je nach dem spezifischen Gewicht 30—150 g, völlig getrocknet und extrahiert. Die Fettkugeln und die sehr reich an Fett erscheinenden Schlickproben wurden erst gründlich in einer Reibschale mit dem Pistill durchgeknetet und dann auf Sand getrocknet. Zum Extrahieren benutzte ich anfangs Äthyläther, später Petroläther, der bei 80° C. völlig flüchtig war. Wie sich aus den Analysen 31a und 31b Tabelle VIII ergibt, ist die Differenz zwischen dem Äthyl- und Petrol-Ätherextrakt so gering, dafs sie für die Zwecke meiner Untersuchungen nicht in Betracht kommt. Im übrigen besitzt der Petroleumäther den Vorzug, weniger leicht Seifen zu lösen.[1]) Auch schien es mir, als ob in den Petrol-Ätherextrakten seltener Trübungen vorhanden waren. Allerdings entstehen beim längeren Extrahieren von Abwässerrückständen und Bodenproben (durchschnittlich wurden 16 Stunden dazu verwandt) stets leichte Trübungen, die sich später meist als feiner Anflug auf dem Boden des Kolbens niederschlagen. Es handelt sich dabei entweder um ganz feinen, mineralartigen Staub, der durch die Fliefspapierhülsen nicht zurückgehalten wird, oder um Substanzen, die wie die Eisensalze nur in grofsen Mengen Äther sich lösen und beim Abdunsten des Äthers wieder ausfallen u. dgl. Da sich diese Trübungen in einwandfreier Weise nur

1) Benedikt, Analyse der Fette, S. 194.

durch ein umständliches Verfahren (mehrmaliges Centrifugieren mit viel Äther) entfernen lassen, habe ich davon abgesehen. Durch qualitative Analyse konnte ich feststellen, dafs die Trübungen zum grofsen Teil aus Eisensalzen bestehen. Bei der Besprechung des Aschegehaltes der Ätherextrakte werde ich darauf zurückkommen.

Der auf die angegebene Weise erhaltene Extrakt (im folgenden als I. Extrakt bezeichnet) enthält das Neutralfett und die freien Fettsäuren. Letztere wurden durch Titration in Ätheralkohol mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge bestimmt und als Ölsäure umgerechnet.

Zur Bestimmung der Seifen wurde der extrahierte Trockenrückstand wieder in destilliertem Wasser aufgeschwemmt, mit schwacher Phosphorsäure — Salzsäure schien mir wegen der Bildung von Eisenchlorid nicht günstig — bis zur deutlich sauren Reaktion angesäuert, getrocknet und noch einmal extrahiert (II. Extrakt).

In manchen Fällen habe ich auf die Trennung der gebundenen Fettsäuren vom Neutralfett und den freien Fettsäuren verzichtet und die zu untersuchenden Proben vor dem Trocknen angesäuert.

Selbstverständlich können kleine Anteile flüchtiger Fettsäuren dabei der Bestimmung entgehen; ich glaube, dafs man mit Rücksicht auf die zu behandelnden Fragen auf diesen Fettverlust ruhig verzichten kann.

Beim Kanalwasser kann man sich über den Fettgehalt noch schneller orientieren, wenn man irgend ein Fällungsmittel anwendet, den Niederschlag abfiltriert oder die überstehende Flüssigkeit dekantiert, ansäuert, trocknet und extrahiert. Auf Anraten des Herrn Geheimrats Rubner benutzte ich zuerst zur Fällung Natriumacetat und Eisenchlorid. Pro Liter Kanalwasser wurden je 8—10 ccm einer 20proz. Natriumacetatlösung mit einer 8proz. Eisenchloridlösung zugesetzt. Es entsteht dabei ein Niederschlag von basischem Ferriacetat, der sich beim Erhitzen (einstündiges Sterilisieren im Dampftopf) zersetzt, sehr scharf absetzt und beim Niedergehen alles Suspendierte mit sich zu Boden reifst.

Noch brauchbarer schien mir das von A. und P. Buisine[1]) zur Klärung der Abwässer vorgeschlagene Ferrisulfat. Es ist pro Liter davon etwa 1 g erforderlich. Vor dem Zusatz dieses Fällungsmittels empfiehlt es sich, schwach anzusäuern, da dann das Ferrisulfat leicht völlig in Lösung geht, und dann durch Alkalisieren die Fällung zu bewirken. Wie ein Vergleich der Analysen 9 und 9a in Tabelle I zeigt, ergibt diese Methode durchaus brauchbare Resultate.

Auch durch andere Fällungsmittel werden sowohl das Fett als auch die Seifen qualitativ ausgefällt: so berichtet Fr. Hofmann[2]), dafs bei dem von ihm in Vorschlag gebrachten Fällungsverfahren (Eisenchlorid) Fett und Seifen völlig aus dem Kanalwasser entfernt werden.

Die Substanzen, welche man durch Extraktion mit Äther erhält, habe ich in meiner Arbeit kurzweg als Fett bezeichnet, wie es in der Physiologie und Nahrungsmittelchemie üblich ist. Es findet sich im Ätherextrakt jedoch eine ganze Reihe von chemischen Körpern, die man nicht als Fett im streng wissenschaftlichen Sinne ansehen darf. Das sind zunächst aus dem Gebiet der organischen Chemie die Harze und Wachse, ferner schwere Kohlenwasserstoffe, besonders Mineralöl, ätherische Öle, dann die aus den tierischen und menschlichen Exkrementen stammenden Stoffe: Cholestearin, Cholalsäure, Drüsensekrete und eine Unzahl anderer chemischer Körper, die indes gegenüber den übrigen genannten an Bedeutung zurücktreten. Aus der anorganischen Chemie interessieren uns von den ätherlöslichen Substanzen besonders die Chloride der Schwermetalle, vor allem das Eisenchlorid, das sich stets im Strafsenkot, Schlick, Boden und in den Abwässern vorfindet und dem Ätherextrakt eine rostbraune Färbung verleiht. Wenn man die auf den Rieselfeldern sich findenden Fettkugeln ausschmilzt und das Fett filtriert, so erhält man zwar auch eine etwas rötlich gefärbte Masse, sie zeigt

1) A. et P. Buisine, Epuration des eaux d'égouts par le sulfate ferrique. Compt. rend., CXV, 1892, p. 661.

2) Zeitschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. 31, S. 204.

jedoch nicht die dunkelbraune, fast schwarze Färbung, wie sie die aus Schlick und den Kanalwässern extrahierten Substanzen vorweisen. Auf den Rieselfeldern und im Kanalwasser kommt das Fett auch sonst in fast ungefärbtem Zustande vor und zwar in Form von ganz kleinen Körnchen bis zu haselnufsgrofsen, unregelmäfsig geformten Massen, die sich zwischen den Fingern leicht zerdrücken lassen und leicht als Fett zu erkennen sind. Die innige Verbindung des Fettes mit den Eisensalzen, wie sie sich im Ätherextrakt zeigt, tritt also erst beim Verreiben des Trockenrückstandes und beim Extrahieren ein. Dieses Eisen findet sich natürlich auch in der Asche des Fettes wieder. Zwei quantitative Analysen (Titrieren mit Kalipermanganatlösung), die ich in dieser Richtung anstellte, ergaben in der Asche von

I. Fett extrahiert aus Bassinschlamm, vgl. Analyse 16, Tab. III . . .	31,332 %	Eisen als Fe_2O_3
II. Fett extrahiert aus Schlick, vgl. Analyse 39, Tab. IX	30,044 %	

Übrigens ist der Aschegehalt des durch Extraktion gefundenen Fettes verhältnismäfsig hoch: aus einer Reihe Analysen, die gelegentlich später mitaufgeführt werden, habe ich als Durchschnitt 4,28 % ermitteln können.

Der nicht aus Eisen bestehende Teil der Asche, den ich nicht weiter untersuchte, entsteht jedenfalls zumeist aus dem oben charakterisierten feinen mineralischen Staub.

Unter den ätherlöslichen, verbrennlichen, nicht fettartigen Substanzen sei noch — weil von Interesse — Schwefel und Phosphor erwähnt, deren Entstehungsweise im Boden ebenso zu erklären ist wie im Flufsschlamm.[1]) Besonders in den tiefen Bodenschichten findet sich reichlich Schwefel: beim Abdunsten des Atherextraktes krystallisierte er zum Teil in fast reiner Form aus. Bei dem aus dem Schlick und dem Kanalwasser gewonnenen Fett spielen diese Substanzen jedoch eine unwesentliche Rolle.

---

1) O. Spitta, Untersuchungen über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse. Archiv f. Hygiene, Bd. XXXVIII, S. 273.

	Ort der Entnahme	Zeit	Methode	100 ccm der Probe enthalten an: Trockensubstanz g	I. Extrakt g	II Extrakt g	In Summa g	100 g Trockensubstanz enthalten im: I. Extrakt g	II. Extrakt g	In Summa g	100 g des II. Extrakts enthalten freie Fettsäuren als Ölsäure berechnet	…gen über die Beschaffenheit der Abwasserprobe
1	Pumpstation des Radialsystems III	18. II. 02 4 Uhr Nm.	Abgedampft Petroläther	0,1179	0,0126	0,00144	0,0130	10,657	1,217	11,874	12,458	
2[1])		18. XI. 98 $5^1/_2$ Uhr Nm.	—	—	—	—	0,0140	—	—	—	—	
3	Pumpstation der Radialsysteme V u. XII	1. VI. 01 10 Uhr Vm.	Fällung mit Ferrisulfat	—	—	—	0,0101	—	—	—	—	
4		4. VI. 01 10 Uhr Vm.	Petrol. »	—	—	—	0,0135	—	—	—	—	
5		9. V. 01 9 Uhr Vm.	Fällung mit Ferrichlorid und Natriumacetat	—	—	—	0,0184	—	—	—	—	
6		24. I. 02 8 Uhr Vm.	Abgedampft Petroläther	0,197	0,0165	0,00943	0,0259	8,375	4,792	13,167	—	
7	Sputendorf Schieber 10	29. I. 01 6 Uhr Vm.	Abgedampft Äthyläther	0,129	0,0105	0,00539	0,0159	8,597	4,391	12,988	—	
8		19. I. 01 6 Uhr Vm.	»	0,137	0,0148	0,0097	0,0245	10,788	7,117	17,905	10,348	Viele kleinere u. größer. Fettklümpchen
9a	Malchow Schieber 1	19. V. 01 4 Uhr Nm.	Abgedampft Petroläther	0,118	0,0130	0,0120	0,0250	6,887	6,335	13,222	8,017	
9b			Fällung m. Ferrisulfat. Petr.	—	—	—	[0,0211]	—	—	—	—	
10[1])	Malchow Schieber 4	14. XI. 98 —	—	—	—	—	0,0220	—	—	—	—	Großer Gehalt an suspendierten Bestandteilen
11	Blankenberg Schieber 34	19. V. 01 6 Uhr Nm.	Angesäuert mit HCl Petroläther	0,105	—	—	0,0140	—	—	13,950	—	
	Mittel			0,134	0,0188	0,0076	0,0178	—	—	—	10,273	

1) Analysen von Professor Dr. Salkowsky.

Fettgehalt der Abwässer.

Um ein einigermafsen zuverlässiges Urteil über den durchschnittlichen Gehalt der Berliner Kanalwässer an Fett zu gewinnen, müfste man, der theoretischen Erwägung nach, längere Zeit hindurch eine möglichst grofse Anzahl Analysen vornehmen und die Proben dazu sowohl aus den Bassins der einzelnen Pumpstationen, als auch aus den Druckrohren auf den Rieselfeldern zu verschiedenen Tageszeiten entnehmen. So würde man am besten die mannigfaltigen Zufälligkeiten, welche auf die Zusammensetzung der Abwässer von Einflufs sind, ausschliefsen können: derartig ausgedehnte Untersuchungen würden indes weit über den Rahmen meiner Arbeit hinausgehen: Ich habe mich begnügt, aus zwei Radialsystemen, einem nördlichen und einem südlichen, Stichproben zu analysieren, die an Tagen entnommen wurden, an denen keine gröfseren atmosphärischen Niederschläge stattfanden.

Wie die vorstehende Tabelle I zunächst zeigt, schwankt, in den angeführten Analysen wenigstens, der Fettgehalt nicht so sehr, als man von vornherein annehmen mufste: Der geringste Gehalt ist 0,0101 %, der höchste 0,0259 %. Zwei früher von Prof. Dr. Salkowski ausgeführte Analysen, die ich einem mir von Herrn Stadtrat Marggraff gütigst zur Verfügung gestellten Aktenstück entnommen habe (Nr. 2 u. 10 Tab I), halten sich ebenfalls in diesen Grenzen: die gefundenen Durchschnittszahlen dürften daher für den vorliegenden Zweck brauchbare Werte darstellen.

Wie des weiteren aus Kolumne g und k zu ersehen ist, soweit getrennte Bestimmungen ausgeführt wurden, sind die Seifen in den Abwässern meist nur in geringerer Menge gegenüber dem Neutralfett und den freien Fettsäuren (Extrakt I Kolumne f und i) vertreten; im Durchschnitt etwa zur Hälfte. Die in den Seifen enthaltenen Fettsäuren hat man sich an Na, Ka, NH_3 oder an Ca gebunden zu denken: Zum gröfsten Teil wird es sich um Kalkseifen handeln, da die löslichen Alkaliseifen in kalkhaltigem Wasser bald in die unlöslichen Kalkseifen übergehen.

Die freien Fettsäuren sind im I. Ätherextrakt mitenthalten. Sie liefsen sich bei der geringen Menge der durch Extrahieren erhaltenen Substanz und bei der tiefbraunen Färbung nicht mit Sicherheit bestimmen. Bei Probe Nr. 6, wo ich aus 30 l 4,432 g Ätherextrakt erhielt, habe ich 10,34 % freie Fettsäuren in demselben ermittelt, als Ölsäure gerechnet. Ähnliche Werte ergaben sich bei Probe 1 und 9, so dafs man als Mittelzahl 10,273 erhält; eine Zahl, die natürlich nur relative Bedeutung besitzt, jedenfalls aber vermuten läfst, dafs die durch Mikroorganismen bewirkte Spaltung des Fettes in den Rohrleitungen der Kanalisation verhältnismäfsig gering ist. Immerhin mufs schon in der kurzen Zeit, welche die Abwässer in den Sielen verbleiben, bei den im allgemeinen nicht ungünstigen Temperaturverhältnissen eine deutliche Fettzersetzung eintreten: die reichlichen Mengen Buttersäure, welche man im Kanalwasser findet, werden daher wohl zum gröfsten Teil als Spaltungsprodukt des Tributyrins angesehen werden müssen; zum Teil stammen sie aus den Fäces. Es mag in letzter Hinsicht auf die Erfahrungen Rubners[1]) betreffs des Kotes nach Aufnahme von Brot, namentlich Schwarzbrot, verwiesen sein.

Was endlich den Fettgehalt der Kanalwasser-Trockenrückstände betrifft, der aus den Kolumnen i, k, l der Tabelle I ersichtlich ist, so zeigt auch dieser in den sechs in Betracht kommenden Analysen nur geringe Schwankungen (zwischen 11,87 % und 17,90 %) und berechnet sich im Mittel auf 13,80 %.

Diese Zahl ist insofern interessant, als damit natürlich der Gehalt des Schlickes auf den Rieselfeldern in gewisser Weise harmonieren mufs; ich werde daher des weiteren auf diese Zahl zurückkommen.

Der verhältnismäfsig nicht eben sehr schwankende Gehalt der Abwässer an Fett, wie er in der allerdings nur geringen Anzahl von Analysen zu Tage tritt, läfst sich wohl erklären, wenn man erwägt, dafs im allgemeinen überall da, wo viel Fett in die Abwässer gelangt, auch der Verbrauch

1) Zeitschrift f. Biologie.

des zum Wegspülen gebrauchten Wassers dementsprechend ein grofser ist. In einem Haushalt z. B., wo mit den Küchen- und Waschwässern gröfsere Mengen von Fett und Seife in Abgang kommen, wird auch zur Spülung des Geschirrs und der Wäsche ein grofses Wasserquantum erforderlich. Anderseits werden excessiv grofse Abgänge von Fett, wie sie in gewerblichen Betrieben vorkommen können, sowohl seitens der Kanalisationsverwaltung als auch im Interesse eines rationellen Gewerbebetriebes möglichst verhindert.

Eine wesentliche Änderung in der Zusammensetzung des Kanalwassers tritt nun jedoch bei einigermafsen erheblichen atmosphärischen Niederschlägen ein. Halten sich die Mengen von Regen- und Tauwasser, die dann dem Kanalwasser beigemengt werden, noch in gewissen Grenzen, so tritt zunächst ein erhebliches Sinken des Fettgehaltes nicht ein, weil zugleich mit den Meteorwässern ein grofser Teil des Strafsenschmutzes in die Sammelkanäle gelangt und dadurch, wie ich später noch nachweisen werde, ganz bedeutende Mengen von Fett oder fettartigen Substanzen dem Kanalwasser zugeführt werden.

Wenn jedoch bei plötzlich eintretendem starken Regen sehr grofse Mengen Wassers von den Kanälen aufgenommen werden, tritt eine wesentliche Verminderung des Fettgehaltes ein. Dies wird durch die folgende Analyse bestätigt, die sich auf eine aus dem Bassin der Pumpstation V am 14. April 1902 mittags 12 Uhr entnommenen Kanalwasserprobe bezieht. An diesem Tage fand in Berlin in den Morgenstunden ein Wolkenbruch statt, dem nach einer mehrstündigen Pause mittags ein heftiger Regen folgte. Bei der Pumpstation V[1]) waren zur Zeit der Probeentnahme ca. 40 mm Regen gefallen. Es enthielten:

Nr.	100 ccm der Probe				100 g der Trockensubstanz		
	Trocken-substanz g	I. Extrakt g	II. Extrakt g	in Summa g	I. Extrakt g	II. Extrakt g	in Summa Fett g
12	0,1109	0,0040	0,0025	0,00649	3,6043	2,2547	5,8590

1) An anderen Stellen Berlins wurden wesentlich höhere Niederschlagsmengen festgestellt, so bei der Pumpstation IV 166 mm.

Der Gehalt an Fett war also während des Regens auf etwa $^1/_3$ des in Tabelle I ermittelten Durchschnitts gesunken.

Diese zeitweilige Verringerung des Fettgehaltes im Kanalwasser durch starke atmosphärische Niederschläge wird jedoch bei der Berechnung des gesamten aus Berlin mit den Abwässern ausgeschwemmten Fettes keine so erhebliche Rolle spielen wie die Verluste an Fett, die durch gewisse Einrichtungen der Berliner Kanalisationseinrichtungen selbst bedingt sind.

Völlig unkontrollierbar ist zunächst die Menge Fettes, welche beim Funktionieren der Notauslässe in die Spree und die Schiffahrtskanäle abgeführt werden. Auf jeden Fall wird der Fehler, welcher sich bei der Berechnung des gesamten Fettabganges durch die Berliner Kanalisation ergibt, wenn man die Verdünnung des Kanalwassers durch die Meteorwässer aufser Betracht läfst, sicher durch den Verlust ausgeglichen, der durch die Notauslässe bedingt ist.

Eine erhebliche Fettmenge wird ferner regelmäfsig mit dem Sande entfernt, welcher sich in den Leitungskanälen absetzt und von Zeit zu Zeit herausgenommen wird. An und für sich ist allerdings der Fettgehalt dieses Sandes nicht sehr grofs, das Quantum, welches jedoch abgefahren wird, sehr bedeutend. Ich untersuchte zwei Stichproben, die verhältnismäfsig übereinstimmende Resultate ergaben, wie die folgende Tabelle zeigt:

Tabelle II.

Fettgehalt der festen Rückstände aus Kanalleitungen.

a Nr.	b Ort der Probeentnahme	Zeit der Probeentnahme	c 100 g der Probe ergaben Trockensubstanz g	d 100 g Trockensubstanz ergaben I. Extrakt g	e II. Extrakt g	f in Summa an Fett g	g 100 ccm d. Probe enthalten Gesamtfett g
13	Sand etc. aus dem Sammelkanal Leipziger Str. 129	17. II. 02	79,952	1,328	0,094	1,422	3,045
14	Sand aus dem Sammelkanal Unter den Linden	25. II. 02	80,251	1,049	0,053	1,102	2,351
	Mittel	—	—	—	—	—	2,698

Die Kolumne g dieser Analyse ist unter Zugrundelegung der Ermittelung berechnet, dafs 100 ccm des ungetrockneten Sandes, so wie er verladen wird, 171,24 g wogen. Demnach enthält 1 cbm im Mittel 26,98 kg Fett: da nun im Etatsjahre 1900/1901 nicht weniger als 7843,7 cbm Sand aus den Kanälen abgefahren ist, erhält man die stattliche Menge von 211 630 kg = 211,630 t Fett, welche auf diese Weise entfernt werden.

Auch aus den Bassins der Pumpstationen werden grofse Mengen fetthaltiger Rückstände herausgenommen, die zum gröfsten Teil aus Papier und Schlamm bestehen: wie die Tabelle III zeigt, enthalten diese Massen viel Wasser, von dem allerdings noch ein Teil beim Verladen abfliefst. Scheinbar ist ja der Gehalt der Trockensubstanz an Fett ein hoher, wenn man das Verhältnis zwischen Fett und Substanz in Gewichtsprozenten zum Ausdruck bringt; für technische Zwecke ist es jedoch wesentlicher, zu wissen, wieviel Fett in einem Kubikmeter enthalten ist: da zeigt sich's denn, dafs infolge des grofsen Wassergehaltes und der geringen Dichte der Massen der Fettgehalt nicht so überraschend hoch ist.

Nur wenn man in Betracht zieht, dafs sich der gröfste Teil des Wassers durch Trocknen an der Luft entfernen läfst, hat man es doch mit relativ fettreichen Substanzen zu thun.

Da der mittlere Gehalt für 100 cbm nach Kolumne g der Tabelle III 2,318 g beträgt, kann man unter Berücksichtigung des Umstandes, dafs beim Verladen der zum Teil halbflüssigen Massen noch viel Wasser abläuft, 30 kg Fett auf 1 cbm rechnen, und erhält dann, da im ganzen 6446,9 cbm im Jahre 1900/1901 abgefahren wurden, 193 407 kg = 193,407 t Fett in diesen festen Rückständen der Sandfänge. Es gelangen also im ganzen

$$\begin{array}{r} 211{,}6 \text{ t} \\ +\ 193{,}4 \text{ t} \\ \hline 405{,}0 \text{ t Fett} \end{array}$$

jährlich nicht auf die Rieselfelder.

Tabelle III.

Fettgehalt der festen Rückstände aus den Sandfängen.

Nr.	Ort der Probeentnahme	Zeit der Probe-entnahme	100 ccm enthalten Trock.-Substanz g	100 g Trockensubstanz enthielten im I. Extrakt g	II. Extrakt g	in Summa Fett g	100 ccm enthielten Gesamtfett g	100 g d. I. Extr. enthielten Asche g
15	Obere Schicht (Papier) aus dem Sandfang der Pumpstation III	17. II. 02	12,531	12,581	1,7296	14,311	1,709	6,904
16	Untere Schicht (Schlamm) aus dem Sandfang der Pumpstation III	18. II. 02	8,979	23,944	1,5706	25,515	2,291	7,727
17	Obere Schicht (Papier) aus dem Sandfang der Pumpstation V	25. I 02	20,73	13,158	1,086	14,244	2,953	—
	Im Mittel	—	—	—	—	18,023	2,318	—

Da nun nach dem Bericht der Berliner Kanalisationsverwaltung[1]) die Abwässer von 1 968 300 Einwohnern in die Kanalisation abgeführt werden, so macht die eben erwähnte Fettmenge pro Kopf und Tag $\frac{405\,027\,000}{1\,968\,300 \times 365}$ g = 0,564 g Fett aus.

Auf Grund der vorstehenden Betrachtungen läfst sich demnach die Gesamtmenge des Fettes, welche pro Kopf und Tag in die Abwässer gelangt, in folgender Weise berechnen: in Tabelle I hatte ich als Durchschnittsgehalt des Kanalwassers an Fett 0,0178 % ermittelt, d. h. pro Liter 0,178 g. Von diesem Werte mufs man zunächst den Aschegehalt des Ätherextraktes in Abzug bringen: Nun habe ich diesen allerdings nicht regelmäfsig bestimmt; aus einer Reihe von Aschebestimmungen jedoch, die ich bei dem aus Bassinschlamm, Strafsenkot etc. erhaltenem Fett angestellt habe, ergiebt sich für den I. Extrakt ein durchschnittlicher Gehalt von 4,286 %: man kann also für beide Extrakte zusammen, da der II. Extrakt höchstens

1) Verwaltungsbericht des Magistrats zu Berlin f. d. Etatsjahr 1900.

die Hälfte des I. beträgt, 6% in Abzug bringen, und gelangt dann zu einem Gehalt von 0,167 g Fett in einem Liter Kanalwasser. Da nun pro Kopf und Tag 113 l im Jahre 1900/1901 auf die Rieselfelder gepumpt wurden, so beträgt die Fettmenge, welche von den Kanalwässern aufgenommen wird, pro Kopf und Tag 18,871 g. Dazu kommen noch 0,564 g, die abgefahren werden, so dafs wir mit Rücksicht auf das über die Notauslässe Gesagte rund 20 g Fett pro Kopf und Tag annehmen können.

Herkunft des Fettes im Kanalwasser.

Woher stammt nun das Fett, welches wir im Kanalwasser finden?

In erster Linie kommen die Gebrauchswässer aus Küche und Haus in Betracht. Das meiste Fett liefern hierfür die Nahrungsabfälle, soweit sie nicht als festere Bestandteile mit dem Hausmüll abgeführt werden, also Talg, Schmalz, Butter, Milchfett, Margarine, Speiseöl etc. Sie sind in dem zum Kochen benutzten Wasser enthalten oder gelangen beim Reinigen des Efs- und Trinkgeschirrs mit dem Spülwasser in die Ausgüsse. Da die Koch- und Spülwasser meist eine höhere Temperatur haben, befindet sich das Fett in ihnen vielfach in geschmolzenem oder flüssigem Zustande. Beim Erkalten setzt es sich dann zum Teil an den Wandungen der Hausleitungen ab und führt nicht selten zu Verstopfungen.

Aufser dem Fett aus den Nahrungsabgängen nehmen die Abwässer auch grofse Mengen von Fettsäuren als Seifen auf, wie sie zur Reinigung des Körpers und der Leib-, Bett- und Tischwäsche dient: fast alle in Berlin benutzte Seife gelangt so schliefslich auf die Rieselfelder.

Natürlich werden in gröfseren luxuriösen Haushaltungen, wo die Speisebereitung und die Wäsche in den Händen des Dienstpersonals liegt, die Abgänge an Fett und Seife viel reichlicher sein als aus der Küche des Arbeiters. Die Frauen der niederen Stände wissen den Wert des Fettes sehr wohl zu schätzen und sind darauf bedacht, alle Fettreste sorgfältig auszu-

nutzen, während das Personal in einem gröfseren Hause skrupellos grofse Mengen Fetts (Reste von Saucen, Milch etc.) in die Küchenausgüsse schüttet. Auch der Verbrauch von Seife ist hier viel gröfser, besonders wenn sich kleinere Kinder im Haushalt befinden.

Eine ungefähre Vorstellung davon, wie viel Fett etwa aus einem mittleren rationell betriebenen Haushalt in die Abwässer gelangt, erhält man durch die verdienstvolle Arbeit von C. Weigelt[1]), der die Abgänge seines aus sieben Personen (fünf Erwachsenen und zwei Kindern) bestehenden Haushaltes 5 Tage hindurch genau analysiert hat. Er ermittelte mit Hilfe einiger Umrechnungen die durchschnittliche chemische Zusammensetzung der Hauswässer, um die Frage zu beantworten, ob die Haus- und Küchenabgänge oder die Fäkalien von gröfserem Einflufs auf die Verschmutzung des Kanalwassers sind. Für das Fett, das Weigelt in seinen Schlufsresultaten aufser acht gelassen hat, habe ich auf Grund der in der Weigeltschen Arbeit veröffentlichten Analysen in analoger Weise, wie es der Autor für N, Ka, P etc. berechnet hat, pro Kopf und Tag folgendes ermittelt[2]):

Im Koch- und Spülwasser	4,9 g
In dem für die Körperreinigung benutzten Wasser	0,8 g
In dem für sämtliche Bett-, Leib- und Tischwäsche benutzten Wasch- und Spülwasser	2,7 g
In Summa	8,4 g.

Da wir für den gesamten Abgang an Fett pro Kopf und Tag ca. 20 g angenommen haben, so würden die Hauswässer noch nicht die Hälfte dazu liefern, vorausgesetzt dafs man den gefundenen Wert als Durchschnittszahl für die ganze Bevölkerung annehmen könnte: dazu fehlt jedoch die Berechtigung.

1) C. Weigelt, Kleine Beiträge zur Abwasserfrage. Techn. Gemeindeblatt, II. Jahrg., S. 273 ff.

2) In der citierten Weigeltschen Arbeit finden sich in der Kolumne, welche die Jahresmittel für die Koch- und Spülwässer pro Kopf angibt, sinnentstellende Druckfehler, die auch in das Buch von Häfke »Städtische- und Fabrikabwässer« übergegangen sind. Das Jahresmittel für Fett beträgt nicht 17,9 g, sondern 1,79 kg. Ähnlich verhält es sich mit den übrigen Zahlen der Kolumne.

Wertvoll ist hingegen diese Zahl zur Beurteilung der Frage, in welchem Verhältnisse die Fäkalien gegenüber den Hausabgängen die Abwässer an Fett bereichern. Denn wenn sich auch für die Berliner Durchschnittsbevölkerung, die eine relativ fette Nahrung bevorzugt und infolgedessen durch die Fäces reichlich Fett abgibt, hierfür ein ziemlich hoher Gehalt erwarten läfst, wird man, unter Berücksichtigung, dafs die Kinder doch (absolut) weniger Fett ausscheiden, als Durchschnitt pro Kopf und Tag über 2,5 g nicht hinausgehen können[1]. Auf jeden Fall führen die Klosetwässer in weit geringerem Mafse den Schwemmkanälen Fett zu als die Gebrauchswässer aus dem Hause.

Gröfser als aus den Wohnungen sind die Fettabgänge einzelner gewerblicher Betriebe. In dieser Beziehung kommen besonders die Schlächtereien und Restaurationen in Betracht. Allerdings ist hier einer übermäfsigen Verunreinigung der Abwässer durch Fett polizeilicherseits dadurch vorgebeugt, dafs diesen Betrieben die Einschaltung von Fettfängen in die Hausleitungen vorgeschrieben ist. Eine solche Einrichtung, deren Konstruktion auf dem geringeren spezifischen Gewicht des Fettes gegenüber dem Wasser basiert, ist bei regelrechter Reinigung und Instandhaltung wohl imstande, die gröfste Menge Fett im Abfallwasser wieder abzufangen; das Fett wird dann von Zeit zu Zeit herausgenommen und findet stets geeignete Abnehmer, falls es nicht, wie das in einer grofsen Berliner Restauration der Fall ist, zur Fabrikation von Hausseife verwendet wird. Wie grofs die Mengen Fettes sind, die sich in solchen Fettkästen ansammeln, geht daraus hervor, dafs für dieses Fett an ein grofses Berliner Hotel bis zu 15 Mk. monatlich gezahlt wird. Alles Fett kann jedoch auf diese Weise nicht aus den Abwässern entfernt werden. Zumal bei mangelhafter Reinigung, oder wenn plötzlich grofse Mengen warmen Wassers in die Hausleitungen kommen, werden erhebliche Mengen des flüssig gewordenen Fettes hindurchgespült.

---

1) Rubner, Lehrbuch der Hygiene.

Dafs Waschanstalten grofse Mengen Seife in ihren Abwässern abführen, liegt auf der Hand.

Unter den Fabrikwässern sind die Abgänge von Wollwäschereien besonders reich an Fett, ferner die Seifen-, Kerzen- und Lederfettfabriken.

Geringe Mengen an fettartigen Substanzen liefern alle maschinellen Betriebe durch Abgang von Schmierölen. Da man bei gröfseren Maschinenanlagen darauf bedacht ist, das im Abfallwasser befindliche Mineralöl zurückzugewinnen, kommen hier in erster Linie die kleineren Betriebe in Betracht. Wenn man das Kanalwasser stehen läfst, so erkennt man das Mineralöl an den irisierenden Häutchen, welches sich an der Oberfläche bildet; ähnliche Erscheinungen kann man auch auf den öffentlichen Kanälen und Flufsläufen beobachten.

Zu den bisher aufgezählten Quellen, welche dem Kanalwasser Fett oder fettartige Substanzen zuführen, treten nun noch die Strafsenwässer hinzu, jedoch nur bei stärkerem Regen oder bei Tauwetter (in geringem Mafse auch, wenn die Strafsen gesprengt werden). Wie Röchling in der XXIII. Versammlung für öffentliche Gesundheitspflege zu Köln[1]) mitteilt, tritt dieser Fall an etwa 70 Tagen im Jahr ein. Wie weiter erwähnt, wurden in einer Stadt mit über 600000 Einwohnern, welche eine vorzügliche Strafsenreinigung besitzt, Untersuchungen über die Menge der Schmutzstoffe angestellt, welche im Lauf eines Jahres durch den Regen allein in die öffentlichen Kanäle abgeschwemmt werden, und da hat sich herausgestellt, dafs man ungefähr auf folgende Mengen rechnen darf:

10100 Tonnen Pferdemist oder gleichwertiges Material
und 20200 Tonnen mineralischer Stoffe.

Berechnet man darnach die pro Kopf und Tag an Regentagen in Betracht kommende Menge von Strafsenschmutz, welche in die Abwässer gelangt, so erhält man

$$\frac{30300000000}{600000 \times 70} \text{ g} = 721 \text{ g}.$$

1) Deutsche Vierteljahrschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. XXXI, S. 170: Die betreffende Stadt ist nicht genannt.

Es ist daher von Interesse, den Strafsenkot auf seinen Gehalt an Fett und fettähnlichen Substanzen zu untersuchen. Da derselbe zum grofsen Teil — nach den oben angeführten Zahlen fast ein Drittel — aus Pferdekot besteht, habe ich zunächst einmal frischen Pferdekot untersucht. Ich fand im Trockenrückstand

	4,082 %
nach dem Ansäuern noch	0,782 %,
also im ganzen	4,864 % ätherlösliche Substanzen.

Hiervon waren jedoch 87,734 % unverseifbar, da die durch Äther aus dem Pferdekot extrahierten Substanzen zum gröfsten Teil aus Cholesterin, Cholalsäure, Drüsensekreten etc. bestehen.

Aufser den Exkrementen der Pferde befinden sich im Strafsenkote auf asphaltierten Strafsen auch die durch den Verkehr abgebröckelten und zu feinem Staub verriebenen Asphaltteile. Nun erhält der Asphalt auch nicht geringe Mengen ätherlöslicher Substanz, ich fand

in gestampftem Asphalt	8,713 %
in gegossenem »	9,025 %.

Man konnte daher annehmen, dafs in dieser Beziehung die Beimengung des abgenutzten Asphalts von Einflufs auf die Zusammensetzung des Strafsenkotes sei. Aus diesem Grunde habe ich in den folgenden Analysen asphaltierte Strafsen den nicht asphaltierten gegenüber gestellt. Die Proben wurden bei beginnendem leichten Regen resp. bei fallendem Nebel entnommen, weil dann der Strafsenschmutz zu einem homogenen Brei zerrieben wird und so eine gute Durchschnittsprobe gewährleistet.

(Siehe Tabelle IV auf S. 313.)

Nimmt man nun, wie in den von Röchling zitierten Untersuchungen an, dafs der Strafsenkot etwa ein Drittel Pferdemist oder diesem gleichwertiges Material enthält, so würde die letzte Mittelzahl 2,106 % nahe dem für Pferdekot gefundenen Werte (s. oben) kommen, nämlich nahe an $\frac{4,864}{3} = 1,621$.

Ich fand in 100 g Trockensubstanz:

Tabelle IV.

Nr.	Strafse	Zeit der Entnahme	I. Extrakt	II. Extrakt	Summe g
18	Königstrafse, asphaltiert	XI. 01 10 Uhr Vm.	3,120	0,478	3,598
		1. III. 02 12 Uhr M.	Nach Ansäuern		1,463
19	Stralauer Strafse, nicht asphaltiert (Steinpflaster)	1. III. 02 12 Uhr M.	»		1,258
			Im Mittel		2,106

Nun wird der Strafsenkot jedoch niemals völlig in die Schwemmkanäle gespült werden: denn auch bei Regenwetter — ganz starke Niederschläge vielleicht ausgeschlossen — wird er zum gröfsten Teil von der Strafsenreinigung direkt abgefahren; ein anderer Teil setzt sich in den Strafsengullies ab und wird alle 8—14 Tage herausgehoben. Der Inhalt der Gullies gibt uns also einen Aufschlufs über die Zusammensetzung des Strafsenkotes in den letzten 8—14 Tagen und gibt zugleich Aufschlufs über die Frage, wieviel von dem abgeschwemmten Strafsenschmutz in Suspension bleibt und somit endgültig auf die Rieselfelder gelangt, während die zu Boden sinkenden Bestandteile von der Strafsenreinigung abgefahren werden. Rein theoretische Erörterungen würden es nun wahrscheinlich machen, dafs die asphaltierten Strafsen einen Staub erzeugen, der wegen seines geringeren spezifischen Gewichtes (der Asphalt hat ein spez. Gew. von 1,2) gegenüber dem beim Steinpflaster entstehenden Strafsendetritus, — längere Zeit in Suspension bleibt. In gewisser Weise wird diese Erwägung durch die folgenden Analysen bestätigt. Sie beziehen sich auf den flüssigen Inhalt der Gullies; derselbe wurde abgedampft und dann extrahiert, das zweite Mal nach Ansäuern.

Tabelle V.

Fettgehalt des flüssigen Teils des Gullyinhalts am 1. Febr. 1902, 9 Uhr Vm.

Nr.	Ort der Entnahme der Probe	Pflaster	100 g d. Probe enthalten Trock.-Rückstand g	100 g des Trockenrückstandes enthalten im I. Extrakt g	II. Extrakt g	Summa g	100 g der Probe enthalten zusammen an Fett g	100 g d. I. Extrakts enthalten an Asche g
21 a	Königstrafse (starker Verkehr)	Asphalt	0,433	5,332	0,794	6,126	0,02713	3,549
22 b	Klosterstrafse (gering. Verkehr)	Asphalt	0,863	3,299	0,745	4,044	0,03491	3,218
23 c	Stralauerstrafse (starker Verkehr)	Kein Asphalt	0,887	1,413	0,359	1,772	0,0157	0,923
		Im Mittel	0,728	—	—	3,981	0,02591	2,563

Die vorletzte Kolumne zeigt, dafs im Durchschnitt die in den Gullies stehende Flüssigkeit nicht viel mehr Fett enthält als das Kanalwasser, wobei in Betracht zu ziehen ist, dafs durch Verdunstung eine gröfsere Konzentration eingetreten ist.

Während in dem flüssigen Teil des Gullyinhaltes sich bei den asphaltierten Strafsen mehr Fett findet, liegt die Sache bei den zu Boden gesunkenen Bestandteilen umgekehrt. Ich lasse hier die den obigen entsprechenden Analysen folgen:

Tabelle VI.

Fettgehalt der Sinkstoffe des Gullyinhalts am 1. Febr. 1902, 9 Uhr Vm.

Nr.	Ort der Entnahme der Probe	Pflaster	100 g des Trockenrückstandes enthalten im I. Extrakt g	II. Extrakt g	in Summa g	100 g des I. Extrakts enthalten Asche g
24	Königstrafse	Asphalt	2,667	0,341	3,008	2,100
25	Klosterstrafse	Asphalt	2,681	0,538	3,169	2,151
26	Stralauerstrafse	Kein Asphalt	4,427	1,199	5,626	7,716
				Im Mittel	3,934	3,989

Ob sich diese Verhältnisse verallgemeinern lassen, müfste durch weitere Untersuchungen noch erwiesen werden; man wird aber nicht fehlgehen, wenn man dem Asphaltpflaster einen gewissen Einflufs auf den Ätherextrakt der Abwässer und vor allem auch des Schlicks auf den Rieselfeldern zuschreibt; auf jeden Fall ist dieser Einflufs viel geringer, als ich anfangs glaubte aus der teerartigen Beschaffenheit der dort gefundenen fettartigen Substanzen annehmen zu müssen.

Zieht man das Mittel aus den in den festen und flüssigen Bestandteilen der Gullies gefundenen Fettgehalten bei den asphaltierten Strafsen, so erhält man 4.087 %; bei der nicht asphaltierten Strafse 3,499. Diese Differenz ist für die wenigen Analysen, die in Betracht kommen, zu gering, um eine Erhöhung des Fettgehaltes im Strafsenkot durch den Asphaltdetritus sicher beweisen zu können.

Für den Zweck der vorliegenden Untersuchung interessiert in erster Linie der durchschnittliche Fettgehalt des Trockenrückstandes im Gullyinhalt; als Mittel von den in Tabelle V und VI gefundenen Werten von 3,934 und 3,981 ergibt sich 3,957 %; das ist freilich fast das Doppelte des in Tabelle II gefundenen Wertes von 2,106 für den Strafsenkot. Allerdings spricht schon das Aussehen des getrockneten Strafsenschmutzes und Gullyinhaltes dafür, dafs diese Massen — wenigstens in den von mir untersuchten Strafsen — zu mehr als einem Drittel aus Pferdemist bestehen. Die Exkremente von Menschen, Hunden etc., der Strafsendetritus, sowie der beim Transport fetthaltiger Waren entstehende Abfall spielt daneben nur eine unbedeutende Rolle.

Um nun bei der Aufstellung eines Durchschnittsgehalts des Berliner Strafsenkotes an fettartigen Substanzen in der Form, wie solcher bei Regen und Tauwetter oder durch Sprengen der Strafsen in die Strafsenkanäle abgeschwemmt wird, nicht zu hoch zu greifen, können wir unter Berücksichtigung der abgelegenen und wenig verkehrsreichen Strafsen, die vermutlich einen viel geringeren Fettgehalt haben, etwa 3 % als Mittel annehmen. Da wir nun S. 311 auf Grund der

Röchlingschen Angaben berechnet haben, dafs an einem Regentage pro Kopf der Bevölkerung 721 g Strafsenschmutz von den Strafsenleitungen aufgenommen werden, so ergibt sich, dafs auf diese Weise 21,63 g fettartige Substanzen den Abwässern zugeführt werden; das wäre, vorausgesetzt, dafs unsere Kalkulation einigermafsen zutrifft, sogar noch etwas mehr, als wir an trockenen Tagen pro Kopf durchschnittlich ermittelt haben. (S. 308.)

Selbst aber für den Fall, dafs wir den Einflufs des Strafsenschmutzes auf den Fettgehalt der Abwässer überschätzt hätten, können wir es doch auf Grund der vorstehenden Betrachtungen als wahrscheinlich annehmen, dafs der Zuflufs der Meteorwässer im allgemeinen den Fettgehalt nicht herabsetzt: So ist es auch zu verstehen, dafs selbst an einem Tage, wo so ungeheure Regenmengen von den Kanalisationsleitungen aufgenommen werden, wie am 14. April 1902, sich im Kanalwasser noch ein Drittel der Fettmenge findet, die an trockenen Tagen durchschnittlich angetroffen wurde. (S. 304.)

Fettgehalt des Schlicks und des Bodens auf den Rieselfeldern.

Wie grofs ist nun die Menge Fetts, welche in der Spüljauche auf die Rieselfelder gelangt?

Nach dem Verwaltungsbericht des Berliner Magistrates sind im Etatsjahre 1900 (Verwaltungsbericht des Magistrats zu Berlin für das Etatsjahr 1900, Nr. 41 S. 4)

80908146 cbm

von den Pumpstationen befördert. Als Durchschnittsgehalt hatten wir S. 308 für den Liter, abzüglich der 6 % für die Asche, 0,167 g Fett festgestellt. Wenn wir nun noch der zeitweiligen Verdünnung durch Kanalwässer, die, wie wir sahen, nur bei plötzlich auftretenden, sehr grofsen Niederschlägen sich geltend macht, Rechnung tragen wollen, können wir pro Liter 0,16 g, d. h. pro cbm 0,16 kg in Ansatz bringen. So erhalten wir:

$$80\,908\,146 \times 0{,}16 \text{ kg} = 12\,945\,303{,}16 \text{ kg} = 12\,945 \text{ Tonnen.}$$

Um diese Menge zu transportieren, würde man 14 Eisenbahnzüge à 120 Achsen = 60 mittlere Lowrys mit 15000 kg Ladegewicht gebrauchen.

Würde dieses Fett gleichmäfsig auf die Rieselfelder, d. h. auf die für die Berieselung aptierte Fläche verteilt, so würde allerdings auf den Quadratmeter nur eine unerhebliche Menge Fetts kommen. Es entfielen auf den Quadratmeter der berieselten Fläche im Jahre 1900 (Verwaltungsbericht des Magistrats S. 13) 3,43 l. Das würde also $3{,}43 \times 0{,}16 = 0{,}5488$ g betragen.

Thatsächlich tritt jedoch das Fett auf den Rieselfeldern sehr ungleichmäfsig auf. Das hängt von verschiedenen Umständen ab. Zunächst befindet sich das Fett schon in der Spüljauche in sehr ungleicher Verteilung. Ein Teil ist gelöst oder emulgiert; die Menge Fetts jedoch, welche in gelöster Form vorhanden ist, kann, wenn die Rieseljauche aus den Druckrohren auf die Rieselfelder austritt, nur noch gering sein. Denn Neutralfett löst sich zwar in Wasser, jedoch handelt es sich dabei blofs um Spuren, die selbst bei den kolossalen Wassermengen, die tagtäglich auf die Rieselfelder gepumpt werden, kaum eine Rolle spielen dürften. Anderseits sind die löslichen Seifen — die Na-, Ka-, NH_3-Seifen, die im Kanalwasser anzutreffen sind, bei dem reichen Gehalt der Abwässer an Kalk sicher zum gröfsten Teil in Kalkseifen verwandelt. Man wird daher das Fett fast ausschliefslich in den Schwebestoffen zu suchen haben; und zwar schwimmt es entweder oben auf, wo man es meist als kleine Flöckchen oder Klümpchen erkennen kann, oder es ist diffus verteilt (als Emulsion), oder endlich, es haftet an den Sinkstoffen, d. h. an den gröberen Schwebestoffen, die zum Sedimentieren gelangen, sobald die Stromgeschwindigkeit der Spüljauche geringer wird.

Von diesen Sinkstoffen gelangt nun der gröfsere Teil gar nicht auf die Rieselfelder; er wird in Absatzgruben abgefangen, die die Spüljauche zunächst passieren mufs, ehe sie auf die zu berieselnden Ländereien geleitet wird.

Die Ablafsgruben haben meist eine Gröfse von 30 qm — in letzter Zeit sind auch gröfsere angelegt worden — und eine

Tiefe von $^1/_2$ m. Sie sind an den Auslafsschiebern häufig in gröfserer Anzahl hintereinander angeordnet und bewirken durch Verlangsamung der Stromgeschwindigkeit, sowie durch quer gestellte Hürden eine Art Vorklärung der Spüljauche.

Die Massen, welche hier zurückbleiben, haben einen ähnlichen Charakter wie die Rückstände, welche aus sog. Sandfängen (Bassins) der Pumpstation abgefahren werden. Allerdings werden die Absatzgruben auf den Rieselfeldern nicht so häufig gereinigt; es kommt daher, trotz der Durchgängigkeit der Wände und des Bodens für Wasser, sehr bald — wenigstens im Sommer — zu einer stinkenden Fäulnis, die eine teilweise Vergärung und Aufschliefsung des auch hier hauptsächlich aus Papier bestehenden Materials herbeiführt. Werden die Gruben dann aufser Betrieb gesetzt, so dafs das Wasser in den Boden versinken kann, und wird der Grubeninhalt zwecks völliger Trocknung ausgestochen und auf dem anliegenden Boden aufgestapelt, so bleibt eine torfartige Masse zurück, die aufserordentlich voluminös ist. Nach einem Versuche, den ich mit der Probe Nr. 2 in der folgenden Tabelle angestellt habe, nehmen etwa 120 kg der getrockneten aber nicht zerkleinerten Masse den Raum eines Kubikmeters ein. Auf dieser Feststellung beruhen die in der Kolumne k berechneten Zahlen.

Tabelle VII.

Fettgehalt der Rückstände aus den Absatzgruben der Rieselfelder.

Nr.	Ort der Probeentnahme		Tiefe in cm	Datum	100 g des Trockenrückstandes enthalten: Glühverlust g	I. Extrakt g	II. Extrakt g	in Summa an Fett g	100 ccm enthalten in Summa an Fett g
27	Malchow	Schieber 41	0—4	16. XI. 00	73,541	8,541	4,359	12,900	1,075
28	Sputendorf . .	Schieber 15	0—5	25. II. 02	78,386	angesäuert		14,219	1,185
				Im Mittel	75,963	—	—	13,559	1,13

Diese Analysen zeigen eine grofse Übereinstimmung mit den in der Tabelle III mitgeteilten, welche die Rückstände aus den Bassins der Pumpstation betreffen. Der Fettgehalt ist dort

zwar ein etwas höherer, aber auch die lockere Beschaffenheit des Materials fanden wir dort. Sie ist durch den Papierreichtum bedingt und kommt in dem hohen Glühverlust zum Ausdruck. Während wir hier, in der Tabelle VII als Mittel einen Glühverlust von ca. 76 % finden, betrug der Glühverlust, den ich bei einer Probe Bassinschlamms, deren Analyse unter Nr. 16 der Tabelle III mitgeteilt ist, nachträglich ermittelte, sogar 82,108 %.

Wenn die Spüljauche die Absatzgruben passiert und den gröfsten Teil der gröberen Schwebestoffe abgegeben hat, gelangt sie nun auf die Rieselfelder, um dann durch den Boden filtriert zu werden. Das Wasser mit einem grofsen Teil der gelösten Stoffe versickert und wird schliefslich durch die Drainröhren wieder gesammelt, um in die Flufsläufe abgeführt zu werden. Die Schwebestoffe lagern sich auf dem berieselten Boden als Schlick ab.

Der Schlick stellt, wenn er mit fremden Bestandteilen nicht vermischt ist, im wesentlichen den unausgewaschenen Filterrückstand der Spüljauche dar. Er besteht daher nicht nur aus den Schwebestoffen, sondern enthält auch einen geringen Teil der gelösten Bestandteile, die beim Verdunsten des Wassers zurückbleiben. Da jedoch in den Verteilungsgräben die Spüljauche noch eine gewisse Stromgeschwindigkeit hat, die genügt, um Bodenbestandteile, also vor allem Sand aufzuwirbeln, so findet sich in dem Schlick stets eine mehr oder minder grofse Menge Sand vor, welcher nicht mit dem Kanalwasser angeschwemmt ist.

Diese Mischung von Schwebestoffen und Sand, welche ich im folgenden kurzweg mit Schlick bezeichne, bildet auf dem Boden eine mehr oder weniger dicke, infolge der zersetzten Papiermassen und anderer Faserstoffe meist zusammenhängende Schlammschicht, die sich bei grofser Trockenheit selbständig vom Boden abhebt. In feuchtem Zustande lassen sich jedoch häufig so scharfe Grenzen zwischen dem Schlick und dem Boden, auf welchem es aufgelagert ist, nicht immer ziehen, zumal auch die feineren Schlammteile der Spüljauche in die oberste Bodenschicht hineingespült werden.

Dieser Umstand ist für die Beurteilung gewichtsanalytischer Schlickproben von grofser Bedeutung, wenn es darauf ankommt, die Verteilung des Fettes kennen zu lernen. Denn durch den Sandgehalt des Schlicks wird das Gewicht und das Volumen desselben wesentlich beeinflufst. Da es schwer angängig war, von den geringen Mengen, die sich im Laboratorium bearbeiten lassen, stets auch das Volumen zu bestimmen, habe ich versucht, um vergleichbare Werte für die Verteilung des Fettes zu erhalten, eine Formel aufzustellen, die es gestattet aus dem Glühverlust des Schlickes und dem Fettgehalt in Gewichtprozenten zu berechnen, wieviel Gramm Fett sich in 100 ccm der untersuchten Substanz befinden.

Die Hauptbestandteile des mit Sand unvermischten Schlicks sind, wie wir sahen, die Schwebestoffe der Spüljauche.

Nun enthält das Kanalwasser, wie König (die Verunreinigung der Gewässer, Bd. II, S. 8) auf Grund von 30 Analysen Salkowskys berechnet hat, in einem Liter

1084 mg Schwebestoffe und
1088 mg gelöster Stoffe.

Die Schwebestoffe bestehen aus:

701,9 mg organischer und
382,6 mg anorganischer Substanz,

haben also einen Glühverlust von 64,721 %. Ich habe aus den letzten 12 Analysen Salkowskys in den Jahren 1899—1900 63,82 % Glühverlust in den Schwebestoffen ermittelt. Dieser Wert ist also ziemlich konstant, wir können ihn rund mit 64 % rechnen.

Zu den Schwebestoffen kommt nun in dem Schlick ein kleiner Teil gelöster Stoffe. Diese werden eventuell durch den Regen gröfstenteils ausgewaschen, sie können aber auch sonst das Verhältnis zwischen Glührückstand und Asche im Schlick nicht wesentlich ändern, da die gelösten Stoffe im Kanalwasser (Verwaltungsbericht des Magistrats zu Berlin des Etatsjahrs 1899—1900) auch zu 28,781 % aus organischer Substanz bestehen. Man kann also diesen Bestandteil des Schlicks bei der Berechnung seines Glühverlustes aufser acht lassen. Ebenso kann man für den vorliegenden Zweck den Glühverlust des Bodens, der in den obersten Schichten etwa 1—2 % beträgt, vernachlässigen. Dann läfst sich aus dem Glühverlust des Schlicks (d. i. eigentlich einer Schwebestoffe-Sandmischung) berechnen, wie viel Gramm Schwebestoffe das Kanalwasser und wie viel Gramm Sand aus dem Boden darin enthalten sind.

Es sei

d = der Anzahl Gramm Sand in 100 g des untersuchten Schlicks,
l = der Anzahl Gramm Schwebestoffe in 100 g des untersuchten Schlicks,

$a =$ der Anzahl Gramm Asche in 100 g der Schwebestoffe,
$g =$ der Anzahl Gramm Glühverlust in 100 g des untersuchten Schlicks,
$y =$ der Anzahl Gramm Asche in l, so ist

$$y : y + g = a : 100$$

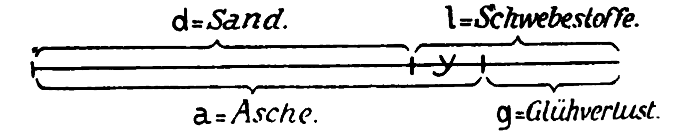
$$y = \frac{a\,(y+g)}{100}$$

$$100\,y = ay + ag$$

$$100\,y - ay = ag$$

$$y\,(100 - a) = ag$$

$$\text{I.}\quad y = \frac{ag}{100 - a}$$



Nun ist

$$l + d = 100 \text{ und}$$

$$l = g + y = g + \frac{ag}{100 - a}, \text{ also}$$

$$\text{II.}\quad d = 100 - \left(g + \frac{ag}{100 - a}\right).$$

Um nun zu berechnen, wie grofs das Volumen von 100 g des untersuchten Schlicks — genannt v — ist, nehme ich an, dafs

1 g Schwebestoffe $= m$ ccm
1 g Sand $= n$ ccm ist,

dann ist $v = l \cdot m + d \cdot n$, oder wenn ich die Werte für l und d einsetze

$$\text{III.}\quad v = \left(g + \frac{ag}{100 - a}\right) m + \left(\left(100 - \left(g + \frac{ag}{100 - a}\right)\right)\right) n.$$

Es sei ferner f die Anzahl Gramm Fett, die in 100 g des Schlicks gefunden sind, und i die Anzahl Gramm Fett, die in 100 ccm enthalten sind, dann verhält sich

$$v : f = 100 : i$$

$$i = \frac{100 \cdot f}{v} \text{ oder}$$

$$i = \frac{100 \cdot f}{\left(g + \frac{ag}{100 - a}\right) m + \left(\left(100 - \left(g + \frac{ag}{100 - a}\right)\right)\right) n}.$$

Der Wert für a, dem Aschegehalt der Schwebestoffe, ist 36, da wir 64 % Glühverlust angenommen haben. n, das Volumen von 1 g Sand, habe ich aus mehreren Messungen ermittelt, es ist $= 0{,}62$. Schwieriger ist die Bestimmung des Volumens der Schwebestoffe (m), denn der Wert desselben ist nicht nur abhängig von dem Gehalt an Papier, Korken, Fruchtkernen etc., sondern auch von dem Umstande, wie weit das Papier in

Zersetzung begriffen ist. Auf den ersten Blick erkennt man das Papier in dem Schlick, der einige Zeit auf den Rieselfeldern gelagert hat, gar nicht wieder, weil es sich allmählich in kleinere Fetzen aufgelöst hat und infolge der Bakterienthätigkeit in eine schlammige Masse, eine Art Celluloseaufschwemmung verwandelt hat, die von der durch Schwefeleisen schwarz gefärbten Spüljauche gleichmäfsig durchtränkt ist. Je weiter die Zersetzung des Papiers fortgeschritten ist, desto geringer ist auch das Volumen des Schlickes und desto fester wird die Masse beim Trocknen.

Es ist daher schwer, einen Mittelwert für m, das Volumen der Schwebestoffe aufzustellen.

Um das Volumen des feuchten Schlicks zu bestimmen, habe ich eine Quantität der in wenig Wasser suspendierten Schwebestoffe in einem hohen schmalen Cylinder, der unten durch ein Kattunfilter geschlossen war, absetzen lassen und ihn nach 24 Stunden, wenn das Wasser abgelaufen ist, um den Rest des Wassers möglichst abzusaugen, auf eine hohe Schicht von Filtrierpapier gestellt. Der Raum, welcher dann nach weiteren 3 Stunden von den Schwebestoffen eingenommen wurde, wurde gemessen; ich nenne ihn m_1. Dann wurden die Schwebestoffe bis auf einen Gehalt von 10% Wasser getrocknet zerkleinert, und in einem grofsen dickwandigen Reagensglas mäfsig zusammengeprefst. Das Volumen dieser halbgetrockneten Schwebestoffe heifse m_2.

Endlich habe ich als m_3 das Volumen Quecksilber bestimmt, welches durch die völlig zerkleinerten und getrockneten Schwebestoffe verdrängt wird.

Für 1 g Schwebestoffe ist

$$m_1 = 13 \text{ ccm}$$
$$m_2 = 3 \text{ ccm}$$
$$m_3 = 2{,}3 \text{ ccm}.$$

Am genauesten ist m_3 zu bestimmen, m_2 ist für die Zwecke der Praxis berechnet, wo es sich darum handelt, den Fettgehalt eines Cubikmeters lufttrockenen Schlicks zu wissen.

Setzt man nun die Werte für $a = 36$,

$$n = 0{,}62,$$
$$m_1, m_2, m_3 = 13;\ 3;\ 2{,}3$$

in die Formel IV ein, so erhält man die entsprechenden Formeln:

$$\text{IVa} \quad i_1 \text{ (für den feuchten Schlick)} = \frac{100 f}{19{,}344 g + 62}$$

$$\text{IVb} \quad i_2 \text{ (für den lufttrockenen Schlick)} = \frac{100 f}{3{,}719 g + 62}$$

$$\text{IVc} \quad i_3 \text{ (für absolut trockenen Schlick wahres Volumen)} = \frac{100 f}{2{,}625 g + 62}.$$

Mit Hilfe dieser Formeln dürfte es möglich sein, sich eine richtigere Vorstellung von dem Fettgehalt des Schlicks zu bilden, als sie die gewichtsanalytischen Bestimmungen erlauben; ich

habe nach der Formel IVb in den folgenden Tabellen die betreffenden Umrechnungen vorgenommen, bin mir aber sehr wohl bewufst, damit nur einigermafsen annähernd richtige Werte dafür aufgestellt zu haben, wie viel Gramm Fett in 100 ccm Schlick zu finden waren, zumal die Werte für m_1, m_2, m_3 (die ja auch allgemeines Interesse haben) noch einer eingehenden Nachprüfung bedürfen. Für exaktere Bestimmungen, wie sie bei einer weiteren Verfolgung der ganzen Frage unumgänglich sind, dürfte es sich doch empfehlen, gröfsere Schlickmengen zu verarbeiten und den Fettgehalt in Volumenprozenten zu bestimmen.

Wäre der Schlick ganz gleichmäfsig auf die Rieselfelder verteilt, so würde die Schicht, welche sich im Laufe eines Jahres bilden kann, nur sehr gering sein; die Höhe derselben läfst sich ungefähr berechnen. Nach dem Verwaltungsbericht des Magistrats S. 13 enfielen im Jahre 1900 von den Abwassermengen auf den Quadratmeter der berieselten Fläche täglich 3,43 l, also im Jahr 3,43 × 365 = 1252 l. Nun ist es freilich schwer, für den Gehalt an suspendierten Bestandteilen im Kanalwasser einen Mittelwert zu finden, da bei den Analysen häufig die gröberen Bestandteile aufser acht gelassen werden. Auf Grund der Angaben von König, Haefke, Büsing u. a. nehme ich rund 1000 mg Schwebestoffe im Liter an; es würden sich dann auf den Quadratmeter der berieselten Fläche 1000 × 1252 = 1252 g Schwebestoffe ablagern. Da der durchschnittliche Glühverlust des Schlicks etwa 50% ist, der Schlick demnach nach Formel II ca. 15% Sand enthält, so würden diese 1252 g Schwebestoffe in $\frac{1252 \times 100}{84} = 1474$ g Schlick enthalten sein. Nun nimmt diese Schlickmenge unter Zugrundelegung des für m_2 angenommenen Volumens von 3 ccm für 1 g des von der Sonne bis auf einen Wassergehalt von ca. 10% getrockneten Schlicks den Raum von 3390 ccm ein. Die Schlickschicht, die sich daher im Laufe eines Jahres aus den Rieselfeldern bilden würde, könnte also, wenn keine Zersetzung eintritt und der Schlick nicht vom Regen weggespült

würde, in trockenem Zustande nur eine Höhe von 3,39 mm annehmen, vorausgesetzt, dafs sich die Schwebestoffe ganz gleichmäfsig verteilen.

Die Ablagerung des Schlicks auf den berieselten Ländereien geht jedoch je nach der Art des Rieselbetriebes sehr verschiedenartig vor sich. Unter Anpassung an das natürliche Terrain sind die Rieselflächen als Hangstücke und als Horizontalstücke angelegt in der Gröfse von ca. $^1/_4$ ha. Aufserdem sind noch einige horizontal gelegene Flächen in Gröfse von mehreren Hektaren als Staubassins eingerichtet.

Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei den Staubassins. Sie sind von sehr verschiedener Gröfse, können bis zu einem halben Meter hoch angestaut werden und dienen dazu, die Spüljauche im Winter zu magazinieren. Wenn das Wasser versickert, findet hier eine völlige Filtration der Spüljauche statt und es bleibt nach der Austrocknung der Einstaubassins eine mehr oder minder mächtige Schlickschicht auf dem Boden zurück. Ich habe leider derartigen Schlick nicht untersucht. In Sputendorf, sowie auf den neuerdings aptierten Rieselländereien hat man von der Einrichtung solcher grofsen Einstaubassins ganz abgesehen und benutzt die Horizontalstücke zum Rieseln während des Winters. Sie stellen dann also eine Art kleinerer Einstaubassins dar. Einzelne der später mitgeteilten Analysen beziehen sich auf Schlickproben von solchen überstauten Horizontalstücken.

Im Sommer bedient man sich dagegen bei der Berieselung dieser Terrains eines andern Modus, welcher sich nach den darauf bestellten Früchten richtet. Entweder wird auch hier bei Wiesenanlagen und Getreidekulturen die Jauche angestaut, bis sie die ganze Oberfläche bedeckt, oder, wie bei Gemüse- und Futterrübenkulturen, welche auf Beeten angebaut werden, nur in die zwischen den Beeten angelegten tiefen Furchen gelassen und bis zur Beetoberfläche darin angestaut.

Die zur Stagnation gelangende Spüljauche kommt auf diese Weise zum Versickern und hinterläfst eine mäfsig starke Schlickschicht auf dem Boden der Gräben, die sich mit jeder erneuten Rieselung erhöht, bis sie entfernt werden mufs, weil

das Wasser nicht mehr in das Erdreich einsickern kann. Man findet also in dem Schlick der Staugräben bei Beetanlagen auch ein Filtrat der Spüljauche, in dem das Fett einigermafsen gleichmäfsig verteilt ist. Die bepflanzten Beete selbst bleiben von der Berieselung frei.

Am ungleichmäfsigsten wird der Schlick und das Fett bei der Berieselung von Hangstücken verteilt. Sie findet in der Weise statt, dafs man einen an der oben horizontalen Kante angelegten Staugraben überlaufen und dann möglichst gleichmäfsig die ganze Fläche überschwemmen läfst. Die oben aufschwimmenden Fettmassen werden auf diese Weise über das ganze Terrain hinübergespült und finden sich dann am reichlichsten an den tiefgelegenen Stellen der Stücke, wo sich meist ein kleiner Jauchetümpel bildet: hier habe ich den fettreichsten Schlick gefunden.

Natürlich hängt die Dicke der Schlickschicht und der Fettgehalt nicht nur von der Art der Berieselung, sondern auch von der Menge der gerieselten Spüljauche ab. Von grofsem Einflufs ist ferner die Bodenbeschaffenheit und vor allem auch die Witterung, die Lufttemperatur, die Bewölkung und die Höhe der atmosphärischen Niederschläge.

Infolge des Zusammenwirkens aller der Faktoren trifft man im Schlick und in den obersten berieselten Bodenschichten alle Grade von Fettgehalt an.

Der Boden in der Umgebung von Berlin besteht meist aus einem ziemlich feinen Sand, dem mehr oder minder grofse Mengen Ton beigemengt sind. Er hat von Natur so gut wie gar keinen Fettgehalt. Mit Äther lassen sich allerdings geringe Mengen Substanz ausziehen, die aber als Fett in engerem Sinne des Wortes nicht anzusprechen sind. Ich fand im Sandboden in der Nähe der Malchower Mühle in 100 g Trockensubstanz

Nr.	Glühverlust	I. Extrakt	II. Extrakt	In Summa an Fett
	g	g	g	g
29	2,40	0,042	0,018	0,060

Auf den berieselten Ländereien gibt es auch viele Stellen, wo sich die Berieselung weder in einer Verschlickung, die sich bei reinem Sandboden durch die dunklere Färbung leicht erkennen läfst, noch auch in einer wesentlichen Steigerung des Ätherextraktes geltend macht, oder wo infolge der Selbstreinigung des Bodens die organische Substanz bereits mineralisiert ist. Ich habe naturgemäfs in erster Linie nur solche Stellen der Rieselfelder zur Untersuchung auf ihren Fettgehalt ausgewählt, wo ich eine erhebliche Menge vermuten mufste. Die Proben wurden in Sputendorf aus dem Gebiete zwischen dem Gutshof und dem Standrohr, hauptsächlich bei Schieber 10 entnommen; in Malchow habe ich zur Untersuchung die zwischen der Weifsenseer Grenze und dem Gutshof zu beiden Seiten der Chaussee liegenden Ländereien ausgewählt. Ich teile in der folgenden Tabelle VIII zunächst einige Analysen mit, die von Bodenproben mit geringem Fettgehalt herrühren. Eine deutlich abgrenzbare Schlickschicht hatte sich an den Stellen, wo sie entnommen waren, nicht gebildet. Entweder besafs die zur Berieselung verwendete Spüljauche keine gröberen Schwebestoffe, die eine Schlammschicht auf dem Boden bilden und dann selbst als Filter dienen konnten. Dann ist die oberste Bodenschicht wie in Nr. 32 und 33 ziemlich gleichmäfsig mit Spüljauche durchtränkt. Oder wie in Nr. 31 hatte die Spüljauche in einem Staugraben die oberste Sandschicht aufgewirbelt, so dafs die Schwebestoffe in gröfsere Tiefe gelangt waren. Die Stellen, von der die Probe stammt, deren Fettgehalt in den tieferen Bodenschichten ich in Tabelle X mitteile, war seit längerer Zeit nicht berieselt worden.

(Siehe Tabelle VIII auf S. 327.)

In allen Analysen läfst der geringe Glühverlust das Überwiegen des Sandes und nur eine mäfsige Verunreinigung des Bodens mit Schwebestoffen erkennen. Es handelt sich bei diesen Proben nicht um Schlick, sondern um »verschlickten Boden«.

In der Tabelle IX habe ich dann eine Reihe Analysen zusammengestellt, die von eigentlichem Schlick stammen: ich hatte

mich bei der Entnahme bemüht, möglichst wenig von dem Erdboden abzuheben. In den meisten Fällen liefs sich die Schlickschicht auch scharf abgrenzen. Wenn ich zunächst von den beiden letzten Analysen absehe, die eine gesonderte Betrachtung erheischen, so ergeben die übrigen einen mittleren Glühverlust von 56,191 %. Dieser Aschegehalt von nicht 50 % dürfte ungefähr als Durchschnitt angenommen werden.

(Siehe Tabelle IX auf S. 328.)

Was den Fettgehalt anbelangt, so fallen zunächst die hohen Zahlen auf, welche die Analysen 39 und 41 zeigen Die Proben dazu waren im Juli 1901 entnommen, als es seit vielen Wochen nicht geregnet hatte und eine erhebliche Hitze herrschte. Die tiefer gelegenen Beetstücke bei Schieber 10 waren damals

Tabelle VIII.

Fettgehalt des verschlickten Bodens.

a Nr.	b Datum und Ort der Probeentnahme	c Tiefe	d Charakter der Probe (Aussehen, Geruch etc.)	e 100 g Trockensubstanz ergaben Glühverlust g	f I. Extrakt g	g II. Extrakt g	h in Summa an Fett g	i 100 g des Trockenrückstandes enthielten nach Formel IV b g	
30	Malchow 31. X 01	0—2	Oberste Bodenschicht, grauschwarz, Aussehen wie Gartenerde; trocken	6,99	0,368	0,093	0,461	0,524	
31 a	Sputendorf 29. I. 01	0—6	halbflüssig, moorartig, gashaltig, stinkend, reichlich Sand enthaltend	6,672	0,679	0,366	1,045	1,203	Mit Äthyläther extrahiert
31 b		0—6		6,672	0,667	0,368	1,034	—	Mit Petroläther extrahiert
32	Malchow 16. XI. 00	0—4	dunkler Sand, übler Geruch	5,406	0,256	0,068	0,324	0,395	
33	Malchow 16 XI. 00	0—4	etwas dunkel gefärbter Sand, muffiger Geruch	9,633	0,305	0,120	0,425	0,435	

Tabelle IX.
Fettgehalt des Schlicks.

a	b	c	d	e	f	g	h	[illegible]
				100 g Trockensubstanz ergaben				100 [illegible] Tr[illegible] Form[illegible] Fe[illegible]
Nr.	Datum und Ort der Probeentnahme	Tiefe	Charakter der Probe (Aussehen, Geruch etc.)	Glühverlust g	I. Extrakt g	II. Extrakt g	in Summa an Fett g	
34	Malchow 16. XI. 00	0–4	Schwarz, moorartig, stinkend, reichlich Papier enthaltend	69,066	8,928	4,708	13,636	4,23
35	Malchow 31. X. 01	0—2	Ziemlich feste, zusammenhängende, schwarze Decke, stinkend, Papier in Zersetzung	73,91	13,180	4,562	17,742	5,20
36	Sputendorf 12. II. 01	0—3	Halbflüssig, schwarz, moorartig, schleimige Konsistenz, keinerlei feste Bestandteile enthaltend	45,231	10,764	1,308	12,072	5,241
37	Sputendorf 12. II. 01	0—3		47,812	10,742	1,399	12,141	5,0[illegible]
38	Sputendorf 12. II. 01	0—6	Schwarze, sandhaltige, oberste Bodenschicht, halbtrocken, nicht scharf abgrenzbar	—	7,293	1,039	8,332	—
39	Sputendorf 12. VII. 01	0—1½	Trockene, graue, von der Unterlage sich abhebende feste Decke	63,46	28,204	0,929	29,133	9,772
40	Sputendorf 12. VII. 01	0—4	Halbtrockener Schlick, ohne festere Bestandteile	38,29	8,670	2,103	10,773	5,269
41	Sputendorf 12. VII. 01	0—1½	Harte, völlig trockene, graue Deckschicht; Aussehen wie Dachpappe	54,67	22,081	4,086	26,167	9,861
42	Sputendorf 26. II. 02	0–2	Oberste, gefrorene Schicht eines kleinen Jauchetümpels	—	angesäuert	—	46,028	
43	Osdorf 27. III. 02	—	Weiße, schollige Massen am Rande eines überstauten Beetstückes	93,393	68,710	6,263	74,973	
Mittel aus den ersten acht Analysen (mit Ausnahme von 42 und 43)				56,191	—	—	16,25	—

in grofser Ausdehnung von einer festen durchschnittlich von $1^1/_2$—2 cm dicken Schlickschicht bedeckt, die fast völlig trocken war; die Probe 16 hatte z. B. nur noch einen Wassergehalt von 5,188 %. Diese graue Decke, die das Aussehen und die Konsistenz alter Dachpappe hatte, zeigte mannigfache Risse und hatte sich in etwa 1—10 qdm grofsen Stücken von der Unterlage abgehoben. Das Fett aus dieser Masse löste sich zum Teil recht langsam, so dafs ich glaube, dafs in dem zweiten Extrakt in Probe 16 noch ein Teil Neutralfett enthalten ist, weil nach erstmaligem Extrahieren in der üblichen Zeit von 16 Stunden noch nicht alle ätherlösliche Substanz extrahiert war.

Man kann sich schwer der Vermutung entziehen, dafs der hohe Fettgehalt hier besonderen Umständen seine Entstehung verdankt, und dafs vielleicht aus irgend einem gewerblichen Betriebe grofse Mengen Fetts in die Abwässer geleitet worden waren.

Berechnet man nun das Mittel aus den Analysen, so ergibt sich ein Fettgehalt von 16,25 g Fett in 100 g Schlick oder 162,5 kg in 1000 kg = 1 Tonne getrockneten Schlicks.

Diesen Fettgehalt wird man jedoch nicht als Durchschnittswert von vornherein aussprechen können, denn die Schlickproben, deren Analysen in der Tabelle IX mitgeteilt sind, habe ich solchen Stellen der Rieselfelder entnommen, welche einen gröfseren Fettreichtum erwarten liefsen; die Mehrzahl stammt aus dem Gebiete Sputendorfs, das mit einer scheinbar besonders fettreichen Spüljauche berieselt wird.

Man kann nun den ungefähren Fettgehalt der Schlicke auf folgende Weise berechnen.

Nimmt man an, dafs 1 l Spüljauche rund 1 g Schwebestoffe enthält, dann liefern die 80 Millionen cbm Spüljauche, die jährlich auf die Rieselfelder geschwemmt werden, 80000000 kg = 80000 t Schwebestoffe. Bei einem Glühverlust von 56,191 % würde der Schlick etwa 12,5 % Sand enthalten. Die 80000 t Schwebestoffe würden also $\frac{80000 \times 100}{87,5} = 91\,438$ t Schlick liefern. Auf diesen Schlick verteilt sich die von uns auf S. 316

berechnete Menge Fetts, nämlich 12945 t, d. h. der Schlick (mit 56,191 % Glühverlust) würde $\frac{12\,945\,100}{91\,438} = 14{,}159$ Gewichtsproz. Fett enthalten. Voraussetzung ist für diese Berechnung, dafs ein Fettverlust nicht stattgefunden hat. Das wird für die Analysen der Tabelle IX im wesentlichen zutreffen, da die Proben von frischem Schlick stammen, mit Ausnahme von 39 und 41, wo infolge der Hitze eine schnelle Austrocknung stattfand, und ein Fettverlust ebenfalls fast auszuschliefsen ist. Der auf diese Weise berechnete Fettgehalt des Schlickes ist etwas geringer als das Mittel aus den Analysen der Tabelle IX. Die Richtigkeit der Rechnung hängt jedoch von verschiedenen Faktoren ab, für die es bis jetzt noch keine zuverlässigen Werte gibt, so vor allem von der Menge der Schwebestoffe. König, dessen Angaben ich in diesem Punkte gefolgt bin, berechnet die Trockensubstanz auf über 2 g im Liter. Die Schwebestoffe machen nach seiner Analyse die Hälfte aus. Nehme ich nun die letzte Ermittelung, dafs die Schwebestoffe die Hälfte der gesamten Trockensubstanz ausmachen, als richtig an, und lege ich meiner Berechnung den in Tabelle I von mir gefundenen Gehalt an Trockensubstanz mit 0,134 % zu Grunde, so dafs die Schwebestoffe nicht mit 1 g, sondern nur mit 0,67 g im Liter in Anrechnung zu bringen wären, so komme ich nach der analog wie oben angeführten Rechnung zu einem Fettgehalt von 21,133 Gewichtsprozenten.

Mit dieser Zahl liefse sich dann besser der für die gesamte Trockensubstanz des Kanalwassers in Tabelle I gefundene Fettgehalt von 13,801 % in Einklang bringen. Denn wenn, wie ich an anderer Stelle angeführt habe, fast das gesamte Fett in den Schwebestoffen anzutreffen ist, diese aber die Hälfte der Trockensubstanz betragen, so müfste im Schlick, falls er nur aus Schwebestoffen besteht, doppelt so viel Fett zu finden sein als im Trockenrückstand des Kanalwassers, also 27,602 %. Die Differenz mit der obenstehenden Zahl von 21,133 % erklärt sich daraus, dafs wir für die Berechnung der ganzen auf den Rieselfeldern anzutreffenden Fett-

mengen nicht den in Tabelle I gefundenen Durchschnittsgehalt von 0,178 g im Liter, sondern nur 0,16 g in Ansatz gebracht haben, zweitens durch die Annahme, dafs der Schlick 12,5% Sand enthält. Man wird sich demnach auf Grund der in Tabelle IX mitgeteilten acht ersten Analysen sowie auf Grund der angestellten Berechnungen dahin zu entscheiden haben, dafs der Fettgehalt eines frischen Schlicks, der nicht übermäfsig mit Sand vermischt ist und, wie es im Winter wohl denkbar ist, keinen Fettverlust infolge von Zersetzungsvorgängen oder atmosphärischen Niederschlägen erlitten hat, etwa[1]) 15 Gewichtsprozente beträgt. Unter Verwertung der Formeln IVa, IVb, IVc würde das besagen, dafs

1 cbm feuchten Schlickes etwa . . . . . . 13 kg
1 cbm an der Sonne völlig getrockneten Schlickes etwa 54 kg
1 cbm getrockneten und gestampften Schlickes . . 60 kg

Fett enthält.

Nun trifft man auf den Rieselfeldern hin und wieder einen viel gröfseren Reichtum an Fett, davon legen die Analysen 42 und 43 Zeugnis ab. Das Material zu Probe 42 wurde im Winter 1902 in Sputendorf entnommen. Es hatte sich auf einem niedrig gelegenen Beetstück, auch bei Schieber 10, nach dem Berieseln ein kleiner Jauchetümpel gebildet, der eine 1—2 cm starke Eisdecke zeigte. Diese wurde zum Zwecke der Untersuchung abgehoben. Nach dem Auftauen erkannte man in der schlammigen Masse eine Menge bis erbsengrofser weifslicher Fettklümpchen, die sich als Fett charakterisierten. Die Analyse dieses Schlammes ergab, dafs er fast zur Hälfte aus Fett bestand.

Noch erstaunlicher waren die Fettmassen, die im Winter 1902 in Osdorf auftraten und von neuem die Frage nach der Herkunft so grofser Fettmassen zur Erörterung brachten.

Dort fand man auf den verschiedensten Ländereien, meist an den tief gelegensten Stellen der einzelnen berieselten oder überstauten Wiesen oder Beetanlagen, weifsliche, krümliche, schollige Massen von lockerer Konsistenz zum Teil in kleinen rundlichen Ballen von Erbsen- bis Haselnufsgröfse. Beim Zer-

1) Vgl. S. 329.

drücken sah man, dafs diese Fettmassen fast regelmäfsig mit Haaren durchsetzt waren, ein Umstand, der dafür spricht, dafs die Fettballen nicht präformiert in die Abwässer gelangt sind, sondern sich auf dem Wege nach den Rieselfeldern aus kleinsten Klümpchen durch Aneinanderhaften gebildet haben. Für die Untersuchung wurden nur die einzelnen Fettklümpchen, möglichst wenig mit Schlick verunreinigt, sorgfältig ausgewählt, auf Sand getrocknet, wobei 17,860% Wasser entwich, und extrahiert. Der Trockenrückstand enthielt fast 75% Fett.

Ob so grofse Fettmengen auf anderen Berliner Rieselgütern gefunden werden, ist mir nicht bekannt. Man wird aber doch wohl annehmen müssen, dafs es sich um Ausnahmezustände handelt.

Unmöglich wäre es ja nicht, dafs gerade auf den südlichen Rieselfeldern — besonders Sputendorf —, welche die Abwässer der wohlhabenderen Gegenden der Stadt aufnehmen, zu gewissen Zeiten mit den gewöhnlichen Küchen- und Hausabgängen so viel Fett in die Abwässer gelangt, dafs es sich an günstig gelegenen Stellen — es handelt sich hier ausschliefslich um obenauf schwimmendes Fett — in so sinnfälliger Weise ablagert. Man hat das Fett Monate hindurch bemerkt; es handelt sich demnach um viele Zentner Fett. Sollten diese grofsen Fettmengen irgend einem industriellen Unternehmen entstammen, so erscheint es doch unverständlich, dafs man für das durchaus nicht wertlose Material — es war nicht einmal stark gefärbt und eignete sich sehr gut zur Seifenfabrikation — keine bessere Verwendung wufste, als sich seiner durch die Kanalleitung zu entledigen.

Während man das Fett meist entweder diffus verteilt oder in kleinen Flöckchen, selten, wie wir sehen, auch in gröfseren, krümeligen, scholligen Massen findet, tritt es nun manchmal auch noch in einer ganz eigentümlichen Form auf, nämlich in Gestalt von gröfseren und kleineren Kugeln. Die gröfsten, welche ich beobachtete, hatten einen Durchmesser von mehr als 10 cm, meist jedoch sind sie nur 3—6 cm grofs. Man trifft aber auch noch kleinere bis zu Haselnufsgröfse und darunter; je kleiner sie jedoch sind, desto weniger ist ihre Kugelgestalt ausgeprägt.

Die Farbe dieser Fettkugeln ist meist grau oder grau-rötlich. Die Masse ist ziemlich hart gefügt und zeigt keine Hohlräume. In die grauen Partien, die ihre Verfärbung der Aufnahme von Schmutz- und Schlammbestandteilen verdanken, findet man manchmal würfelförmige Stücke eingesprengt, so dafs die Fettkugeln auf dem Durchschnitt an das Aussehen von Landleberwurst erinnert. Oft waren auch Korke, sowie Holzstückchen in die Substanz eingeschlossen; fast immer konnte man Haare im Innern finden. Die Analyse einiger Fettkugeln ergab folgendes:

Tabelle X.

Fettkugeln aus Sputendorf.

Nr.	Datum der Entnahme	100 g der Substanz ergaben Trockensubstanz	100 g der Trockensubstanz ergaben Glühverlust g	I. Extrakt g	II. Extrakt g	in Summa Fett g
44	28. I. 01	69,89	—	79,607	3,952	83,553
45		78,24	98,199	94,078	3,098	97,176
46	15. VII. 01	76,74	95,820	77,345	11,660	89,005
47		76,91	95,311	89,712	4,245	93,957
	Im Mittel	75,44	96,443	85,185	5,739	90,824

Der Aschegehalt erklärt sich daraus, dafs das Fett aus dem Schlick durch Ätherextraktion gewonnen war. Beide Fette könnten sehr gut aus Küchenabgängen herrühren.

Wie läfst sich nun die Entstehung der Fettkugeln erklären?

Seit Jahren hatten diese eigentümlichen Gebilde das Interesse der Kanalisationsverwaltung erregt, ohne dafs es gelang, ihr Auftreten zu erklären. Nun hat sich jetzt mit Sicherheit herausgestellt, dafs die Fettkugeln sich in den Druckwindkesseln der zur Beförderung des Kanalwassers dienenden Pumpen bilden.

Das Fett, das in gröfseren oder kleineren Klümpchen auf dem Kanalwasser schwimmt, sammelt sich hier in der über den Ventilen stehenden Flüssigkeit zugleich mit Korken, kleinen

Holzstückchen etc. an, da der Windkessel beim Betrieb der Maschinen sich niemals ganz entleert. Durch die Kolbenstöfse wird nun das Wasser, etwa 22mal in der Minute, mit grofser Heftigkeit in den Windkessel hineingesaugt und wieder herausgedrückt. Es geht hier auf diese Weise eine Art Butterungsprozesses vor sich, durch den aus den kleinen Fettklumpen sich allmählich die Fettkugeln bilden. An und für sich haben kleine Fettballen, die im Kanalwasser schwimmen, keine Neigung aneinander zu kleben, weil sich ihre Oberfläche, wenn sie in die kalkhaltigen Abwässer gelangen, bald mit einer dünnen Schicht Kalkseife und Schleim überzieht. Wird das Fett dagegen, wie es in den Pumpen geschieht, mit Heftigkeit längere Zeit immer wieder gegen die Wandungen des Windkessels geworfen, so nimmt es jene klebrige Beschaffenheit an, die man beobachtet, wenn man Fett mit Wasser in der Reibschale knetet.

Nun erklären sich auch leicht Einschlüsse von Korken und Holz etc.; und da auch die Haare, welche in die Abwässer gelangen, schwimmen, entweder ihres Luftgehaltes oder weil sie durch anhaftende Gasbläschen schwimmend erhalten werden, so findet man auch fast regelmäfsig Haare in den Fettkugeln.

Anfangs glaubte ich, die Haare spielten bei der Bildung der Fettkugeln eine Rolle; alle in dieser Richtung angestellten Versuche verliefen jedoch resultatlos.

Die Analysen einiger dieser aus den Kanalisationspumpen stammenden Fettkugeln zeigen eine grofse Übereinstimmung mit den auf den Rieselfeldern aufgelesenen ähnlichen Gebilden.

Tabelle XI.

Fettkugeln aus Pumpstation V.

Nr.	Datum der Entnahme	100 g der Substanz ergaben Trocksubstanz	100 g der Trockensubstanz ergaben Glühverlust g	I. Extrakt g	II. Extrakt g	in Summa g
48	15. V. 02	81,569	—	92,294	1,170	93,464
49		81,722	97,656	96,980	0,494	97,474
	Im Mittel	81,645	—	—	—	95,469

Im allgemeinen sind die Fettkugeln doch eine ziemlich seltene Erscheinung, nur in Sputendorf sind sie von jeher in gröfserer Anzahl bemerkt worden.

Dafs sich gerade an bestimmten Schiebern die grofsen Fettmassen und auch die Fettkugeln zeigen, würde sich wohl aus den besonderen Strömungsverhältnissen und den Niveaudifferenzen in dem Ursprung der Verteilungsrohre erklären lassen.

Wir sehen demnach, dafs das Fett in recht verschiedenartiger Verteilung und Konzentration und in wechselnder Form auf den Rieselfeldern anzutreffen ist. Wir haben bisher nur die obersten Schichten des Bodens geprüft. Es ist jedoch von grofsem Interesse, besonders für das Studium der Selbstreinigung des Bodens und des Einflusses, welches das Fett auf das Pflanzenwachstum ausübt, auch die tieferen Bodenschichten zu untersuchen und zu sehen, wie weit das Fett in das Erdreich eindringt.

Die Tabelle XII enthält eine Reihe Analysen, welche den Fettgehalt in verschiedenen Tiefen bis zu 50 cm demonstrierten und zwar an den Stellen, wo die Proben 34, 39, 40, 35, 30 entnommen waren.

(Siehe Tabelle XII auf S. 336 u. 337.)

Die oberste Schicht, die wir bereits in den Tabellen VIII und IX einer näheren Betrachtung unterzogen hatten, besteht mit Ausnahme von 30a aus dem eigentlichen Schlick, der sich in verschiedener Dicke von $1\frac{1}{2}$—4 cm auf der Oberfläche des Bodens abgelagert hatte. Bei der Probe 30 sahen wir, dafs eine solche Schlickschicht fehlte.

Bei der Abgrenzung der tieferen Erdschichten habe ich mich durch den äufseren Eindruck leiten lassen; der Boden auf den Rieselfeldern hat nämlich in der Tiefe ein sehr ungleichmäfsiges Aussehen, das vermutlich durch die Bewegung der Erdmassen bei der Aptierung der Rieselfelder entstanden ist. Einige Schichten zeigen eine dunklere Färbung und Streifung, die auf das Vorhandensein von Schwefeleisen deutet und den Eindruck macht, als ob hier von dem Boden unfiltrierte Rieseljauche aufgenommen worden ist. Besonders

(Fortsetzung des Textes auf S. 338.)

Tabelle XII.

Fettgehalt des Bodens in verschiedenen Tiefen.

a		b	c	d	e	f	g	h	i
Nr.		Ort und Zeit der Probeentnahme	Tiefe unter der Oberfläche	Charakter der Probe (Aussehen, Geruch)	100 g des Trockenrückstandes ergaben				100 ccm Trockenrückstand ergaben nach Formel IV b Fett
					Glühverlust	I. Extrakt	II. Extrakt	in Summa an Fett	
					g	g	g	g	g
34	a	Malchow 16. XI. 00	0—4	Moorartig, schwarz, stinkend, reichlich Papier	69,966	8,928	4,708	13,636	4,233
	b	Staugraben b. Schieber 10	50	Hellgrauer, thonhaltiger Sand ohne üblen Geruch	1,894	0,042	0,011	0,053	0,077
39	a	Sputendorf 12. VII. 01	0—2	Trockene, graue, von der Unterlage abhebbare Decke	36,54	28,204	0,929	29,133	14,492
	b	Staugraben bei	2—6	Schwärzlicher Sand	3,25	0,169	0,084	0,253	0,341
	c	Schieber 10	6—20	Gelber, gröberer Sand	1,45	0,032	0,045	0,077	0,114
40	a	Sputendorf 12. VII. 01	0—4	Halbtrockener Schlick, schwarz, ohne festere Bestandteile	38,29	8,670	2,103	10,773	5,269
	b	Wiesenboden, be-	4—14	Dunkel gefärbter Sand	4,40	0,219	0,037	0,256	0,367
	c	wachsen und frisch	14—34	Gelber, gröberer Sand	1,76	0,009	0,011	0,020	0,029
	d	berieselt	34—50	Heller, grauer Sand	0,84	0,005	0,018	0,023	0,035

Fortsetzung zu Tabelle XII.

a Nr.		b Ort und Zeit der Probeentnahme	c Tiefe unter der Oberfläche	d Charakter der Probe (Aussehen, Geruch)	e 100 g des Trockenrückstandes ergaben: Glühverlust g	f I. Extrakt g	g II. Extrakt g	h in Summa an Fett g	i 100 ccm Trockenrückstand ergaben nach Formal IVb Fett g
35	a	·	0—1½	Ziemlich feste, graue, zusammenhängende Decke, stinkend, Papier enthaltend	73,91	13,180	4,562	17,742	5,266
	b	Malchow 31. X. 01 Staugraben bei Schieber 41	1½—4	Moorartige, schwarze Sandschicht, stinkend	3,42	0,261	0,161	0,422	0,565
	c		4—11	Heller, grauer Sand	0,82	0,053	0,103	0,156	0,240
	d		11—20	Dunklere Schicht mit vielen schwarzen Einlagerungen	1,73	0,127	0,111	0,238	0,348
	e		20—50	Hellere Schicht mit schwarzen Streifen spärlich durchsetzt	1,08	0,052	0,034	0,086	0,130
30	a	Malchow 31. X. 01 Staugraben bei Schieber 7 längere Zeit nicht berieselt	0—2	Grau-schwarze Erde, Aussehen wie Gartenerde	6,99	0,368	0,093	0,461	0,524
	b		2—10	Dunkle, aber hellere Schicht als a	6,27	0,415	0,120	0,535	0,627
	c		10—20	Dunklere Schicht, mit vielen schwarzen Einlagerungen	1,75	0,007	0,329	0,336	0,490
	d		20—50	Helle Schicht, mit wenigen schwarzen Einlagerungen	0,99	0,0014	0,187	0,188	0,286

bei dem Malchower Boden, der ziemlich tonhaltig ist, wäre es auch denkbar, dafs im Sommer, wenn sich bei grofser Trockenheit im Erdreich tiefere Risse bilden, die dann neuerdings aufgerieselte Spüljauche den Eintritt in tiefere Schichten findet. Noch in einer Tiefe von $^1/_2$ m unter der Oberfläche habe ich derartige schwarze Streifungen im Erdreich beobachtet. Wir finden daher im Malchower Boden nicht ein so gleichmäfsiges Absinken des Fettgehaltes in den einzelnen Bodenschichten wie in Sputendorf. Selbst unter Berücksichtigung des entsprechend geringeren Glühverlustes sieht man, dafs bei den Proben 39, 40 und 35 bereits in der obersten Erdschichte unter dem Schlick der Fettreichtum sehr gering ist. Während er dann jedoch in den Sputendorfer Proben weiter auf ein Minimum sinkt, findet man im Malchow bis zu $^1/_2$ m Tiefe noch eine nicht ganz unerhebliche Fettmenge. In Analyse 35d erkennt man sogar noch ein Ansteigen des Fettgehaltes gegenüber der darüber liegenden Erdschicht; man kann aber dieser Erscheinung keine so grofse Bedeutung beimessen, da gerade in den tieferen Schichten bei Probe 35 wie überhaupt auch sonst in dem Boden der Rieselfelder sich im Ätherextrakt verhältnismäfsig grofse Mengen von krystallinischen reinen Schwefels zeigten (s. S. 300).

Für die Bedürfnisse der Praxis wird man als Resultat der in Tabelle XII aufgeführten Analysen die Behauptung aufstellen können, dafs das Fett zum weitaus gröfsten Teil in der obersten Schicht des Bodens, speziell im Schlick zurückgehalten wird.

Selbstreinigung des Bodens von Fett.

Wir haben bisher gesehen, in welcher Weise sich das Fett auf der Oberfläche der Rieselfelder verteilt und wie tief es in die tieferen Bodenschichten eindringt, hierbei jedoch nur das Gesamtfett in den Kreis unserer Betrachtungen gezogen. Ein grofser Teil dieses Gesamtfettes bestand jedoch bereits im Kanalwasser aus Seifen, während eine geringe Menge, im Mittel ca. 12 % des I. Ätherextrakts, d. s. 6,77 % des Gesamtfettes, sich als freie Fettsäure vorfand.

Die Tabelle XIII soll nun zeigen, wie sich im Gesamtfett das Verhältnis zwischen Neutralfett, freien und ungebundenen Fettsäuren weiterhin gestaltet. Auf die Bestimmung der freien flüchtigen Fettsäuren, die ja in biochemischer Beziehung sehr interessant sind, für die mehr praktischen Zwecke dieser Studie jedoch belanglos waren, habe ich verzichtet.

Tabelle XIII.

Verhältnis zwischen Neutralfett, freien und gebundenen Fettsäuren in dem extrahierten Fette.

r	Tabelle	Das Fett wurde extrahiert aus:	Datum der Probeentnahme	100 g Trockensubstanz enthielten Gesamtfett	100 g des I. Extraktes enthielten freie Fettsäuren	100 g des Gesamtfettes bestanden aus: Neutralfett	freie Fettsäure	geb. Fettsäure	in Summa a. Fettsäuren
tel				g	g	g	g	g	g
9a	I	Kanalwasser (Mittel)	—	14,330	12,273	59,12	6,77	34,11	40,88
7	VII	Rückständen aus Absatzgruben . . .	16. XI. 00	12,900	37,55	41,35	24,86	33,79	58,65
1a	VIII	Verschlicktem Boden	29. I. 01	1,045	40,80	37,61	27,37	35,02	62,39
2	VIII	Verschlicktem Boden	16. XI. 00	0,324	52,98	26,23	52,78	20,99	73,99
3	VIII	Verschlicktem Boden	16. XI. 00	0,425	57,48	30,59	41,18	28,23	69,41
6	IX	Schlick	12. II. 01	12,072	20,43	70,95	18,21	10,84	29,05
9	IX	Schlick	12. VII. 02	29,133	35,91	62,02	34,79	3,19	37,98
0	IX	Schlick	12 VII. 02	10.773	7,84	74,17	6,31	19,52	25,83
3	IX	Den Osdorfer Fettmassen . . .	27. III. 02	74,973	5,371	86,73	4,92	8,35	13,27
ttel .49	XI	Fettkugeln aus d. Pumpstat. V Mittel	15. V. 02	95,469	48,18	51,37	47,76	0,87	48,63
5	X	Fettkugeln aus Sputendorf	28 I. 02	97,176	28,02	69,69	27,12	3,19	31,31

Man sieht aus dieser Zusammenstellung, an deren Spitze ich die Mittelzahlen aus drei Kanalwasseranalysen zum Vergleich noch einmal angeführt habe, dafs das Fett, welches sich auf den Rieselfeldern findet, da, wo es in feiner Verteilung auftritt, im verschlickten Boden eine beträchtliche Zunahme an freien Fettsäuren zeigt. Es überwiegt hier die Summe der freien und gebundenen Fettsäuren die Menge des Neutralfettes. Je konzentrierter das Fett, desto niedriger

ist im allgemeinen auch sein Gehalt an freien Fettsäuren. In Probe 40 sehen wir nur 6,31 %, in den Osdorfer Fettmassen sogar nur 4,92 % freie Fettsäuren im Gesamtfett.

In den tieferen Bodenschichten (siehe Tabelle XII), wo ich die freien Fettsäuren aus früher erörterten Gründen nicht bestimmt habe, macht sich die fortgeschrittene Spaltung des Fettes in der Zunahme der Seifen gegenüber dem Neutralfett geltend. (Vgl. Tabelle XII 39c, 40, c, d, 35c, 30c, d). Dies Überwiegen der Seifen würde noch vielmehr in die Augen fallen, wenn wir den im ersten Extrakt reichlich enthaltenen Schwefel und ähnliche ätherlösliche Substanzen, die nicht als echtes Fett anzusehen sind, in Abzug bringen würden.

Versuchen wir es nun, an der Hand der beiden letzten Tabellen uns eine Vorstellung von dem Schicksal des Fettes im Kanalwasser und auf den Rieselfeldern zu machen und die biologischen Prozesse, welche die Spaltung und das allmähliche Verschwinden des Fettes bedingen, auf Grund der neueren Arbeiten über die Fettzersetzung[1]) zu verfolgen.

Wie wir sahen, kommt das Fett sowohl als Neutralfett mit mehr oder weniger freien Fettsäuren oder als Seife in die Abwässer. Hier beginnt nun sofort eine lebhafte Fettspaltung und Fettzehrung, an der sich in dem alkalischen Kanalwasser zunächst wohl hauptsächlich die Bakterien beteiligen. Das bei der Spaltung des Neutralfettes entstehende Glycerin löst sich im Wasser und wird von den Mikroorganismen leicht

---

1) Salkowski, Zur Kenntnis der Fettwachsbildung. Festschrift z. 71. Geburtstag Rud. Virchows. 1891.

Schmidt, R. H., Über Aufnahme und Verarbeitung von fetten Ölen durch Pflanzen. Dissertation von Rostock. Marburg 1891.

Pfeffer, Pflanzenphysiologie. I. Band.

Rubner, Über Spaltung und Zersetzung von Fetten im Boden etc. Archiv f. Hygiene, Bd. XXXVIII.

Laxa, Über die Spaltung des Butterfettes durch Mikroorganismen. Archiv f. Hygiene, Bd. XLI.

Löwinson, Über Keimung und Wachstumsverhältnisse an Erbsen. Bot. Centralbl., 1900, Bd. 83.

Schreiber, Fettzersetzung durch Mikroorganismen. Archiv f. Hyg., Bd. XLI.

assimiliert, während die frei gewordenen Fettsäuren — jedoch nur zum Teil — als Seifen gebunden werden.

Die Seifen, mögen sie nun als solche bereits in die Abwässer hineingelangt, oder sich aus den bei der Spaltung des Neutralfettes entstandenen Fettsäuren hervorgegangen sein, werden von den Mikroorganismen wieder zerlegt und ebenso wie die freien Fettsäuren weiter verarbeitet. Rubner beobachtete die Zersetzung der Ölsäure und Stearinsäure und Laxa konnte die weitere Zerlegung der flüchtigen freien Fettsäure durch Schimmelpilze konstatieren.

Nun würde ja der Prozeſs der Fettzersetzung bald ein langsameres Tempo annehmen, wenn die freien Fettsäuren, die in gröſserer Konzentration einen schädigenden Einfluſs auf das Wachstum der Mikroorganismen ausüben — es kommen wohl in erster Linie die flüchtigen Fettsäuren in Betracht —, allmählich überhand nehmen würden; im Kanalwasser findet sich jedoch vermutlich immer genügend Kalk vor, um einen groſsen Teil der freien Fettsäuren zu binden.

Auch von seiten der Temperatur ist ein schädigender Einfluſs auf den Prozeſs der Fettzersetzung kaum zu erwarten, denn gerade den in Betracht kommenden Spalt- und Schimmelpilzen dürfte die durchschnittliche Temperatur des Kanalwassers zusagen. Nach Rubners Beobachtungen steigt die Temperatur im Sielnetz vielfach auch an sehr kalten Tagen bis 25° C. Zu einem Stillstand im Wachstum der Bakterien wird es hier überhaupt nicht kommen; denn die niedrigste Temperatur, welche im Kanalwasser bei seinem Austritt auf die Rieselfelder beispielsweise im Etatsjahre 1900 beobachtet wurde, betrug immer noch 8° C.[1]); der Durchschnitt wird dort etwa 15° C. sein.

Wesentlich anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn sich das Fett auf den Rieselfeldern abgelagert hat. Im Winter kommt hier bei eintretendem Frost der Prozeſs der Fettzersetzung zur Ruhe, während anderseits im Sommer unter Umständen die Bodentemperatur eine Höhe annehmen kann, die für Lebens-

1) Verwaltungsbericht Seite 28.

thätigkeit der in Betracht kommenden Mikroorganismen ungünstig ist. Zudem wirkt auch das Licht, das in geringem Grade das Fett zu spalten vermag, und zwar schon das reflektierte Tageslicht, noch vielmehr die direkte Sonnenbestrahlung, verlangsamend oder gar vernichtend auf die Bakterienthätigkeit, wenigstens in den oberen Schichten.

Je mehr nun ferner der Wassergehalt der Schwebestoffe, die sich als Schlick auf den Rieselfeldern ablagern, durch Verdunstung oder durch Versickern abnimmt, desto mehr tritt die Thätigkeit der Bakterien gegenüber den Schimmelpilzen zurück, die auch dann ihre fettzerstörenden Eigenschaften nicht verlieren, wenn der Schlick völlig lufttrocken geworden ist (Rubner). Die Schimmelpilze werden bei der Zersetzung des Fettes auf den Rieselfeldern schon deshalb sich in höherem Maſse als die Bakterien bethätigen können, als sie weit weniger empfindlich gegen die durch die Fettspaltung frei gewordenen Fettsäuren (Schreiber) und gegen Licht sind (Lafar). Sie werden hier nicht so schnell gebunden wie im Kanalwasser und daher in höherem Grade ihren Wachstum hemmenden Einfluſs zur Geltung bringen. Doch werden endlich auch die Schimmelpilze schlieſslich durch die deletäre Wirkung der freien Fettsäuren in ihren Lebensbedingungen geschädigt, wenn nicht günstige Umstände diese schädlichen Einflüsse mildern oder ausschalten. Dies geschieht vermutlich zum Teil dadurch, daſs das durch den Regen gelöste, aus der Zersetzung des Harnstoffs herrührende Ammoniak oder auch der Kalk, Stoffe, die durch eine neue Überrieselung oder durch atmosphärische Niederschläge aus den umgebenden Bodenschichten zugeführt werden, die freien Fettsäuren vorübergehend binden. Anderseits werden durch die Meteorwässer die löslichen freien Fettsäuren sowie die löslichen Seifen (auch die Kalkseifen der flüchtigen Fettsäuren sind wasserlöslich) in die tieferen Bodenschichten gespült. Man muſs sich auch vorstellen, daſs durch den Regen mechanisch kleinste Teile von Neutralfett und unlöslichen Fettsäuren oder Seifen in die Tiefe mitgerissen werden; an eine eigentliche Emulsion des Fettes kann man dabei wohl nicht denken.

Immerhin ist es zum Verstehen dieses Prozesses, der eine Verteilung des Fettes im Boden bewirkt, von Wert, auf die Thatsache hinzuweisen, dafs Fett in feiner Suspension, d. h. Emulsion also z. B. in der Milch, leicht den Boden durchdringt, und eine etwa 30 cm dicke Sand- oder Humusschicht passiert, ohne völlig zurückgehalten zu werden.

Nicht zu vergessen dürfte endlich die Fähigkeit des Wassers sein, kleinste Mengen von Neutralfett zu lösen (Rubner). So erklärt es sich denn, dafs man in tieferen Bodenschichten kleine Mengen von Neutralfett antrifft.

Diese Wirkung der atmosphärischen Niederschläge, das Fett im Boden zu verteilen, ist für die endliche Zerstörung des Fettes von um so gröfserer Bedeutung, als der Prozefs der Fettzersetzung um so intensiver vor sich geht, je feiner das Fett verteilt ist, je gröfser also die Angriffsfläche für die Mikroorganismen ist.

Dies läfst sich aus der Tabelle XIII allerdings nur in grofsen Zügen nachweisen, weil nicht festgestellt ist, wie weit das Fett bereits zersetzt war, als es in die Abwässer gelangte, wie lange es ferner dem zerstörenden Einflufs der Mikroorganismen ausgesetzt war, und in welchem Grade sich die Einwirkung von Temperatur, Licht, Sonne und atmosphärischen Niederschlägen geltend gemacht hat.

Da jedoch das Material für die Analysen, mit Ausnahme von 27 und 39 meist noch feucht war und nicht eben lange auf den Rieselfeldern lagerte, kann man immerhin in den mitgeteilten Analysen eine Bestätigung für die experimentell festgestellte Thatsache (Schreiber) ersehen, dafs die Mikroorganismen fein verteiltes Fett — am besten natürlich in Emulsion — bei genügendem Stickstoffmaterial verhältnismäfsig leicht bewältigen, während sie in kompaktere Fettmassen nur langsam eindringen, — um so schwerer je weniger das Material mit stickstoffhaltigen Substanzen durchsetzt ist; denn es ist bekannt, dafs reines Fett den Mikroorganismen zur Nahrung nicht ausreicht Je konzentrierter das Fett ist, desto schwerer werden die entwicklungshemmenden freien Fettsäuren

unschädlich gemacht. So sehen wir, daſs die Fettspaltung in dem »verschlickten Boden« (Analyse 31, 32, 33) am weitesten fortgeschritten ist, während der Fettsäuregehalt in den Osdorfer Fettmassen am geringsten ist. Auffallend ist der Reichtum an freien Fettsäuren in Fettkugeln, die aus dem Windkessel der Kanalisationspumpen stammen; hier liegen besondere Verhältnisse vor, die im einzelnen zu eruieren fast unmöglich sein dürfte.

Im allgemeinen widerstehen diese kompakten Fettmassen, besonders wenn es sich um schwer schmelzbares Fett handelt, das im Sommer nicht so leicht zerflieſst, ziemlich lange der Zerstörung. Untersucht man das Innere solcher Fettkugeln, die erweislich schon längere Zeit auf den Rieselfeldern gelegen haben, in der üblichen Weise auf seinen Keimgehalt, so ist man erstaunt, wie wenig lebensfähige Keime, meist von Schimmelpilzen, man antrifft. Für diesen vollständigen Stillstand der Lebensthätigkeit der Mikroorganismen ist jedoch nicht nur der entwicklungshemmende Einfluſs der freien Fettsäuren bestimmend, sondern auch der Mangel an Sauerstoff. Besonders für die Fettzehrung ist der Sauerstoff unerläſslich (Schreiber). Auch im Schlick treten Verhältnisse ein, die einen Sauerstoffmangel herbeiführen. Im Sommer schmilzt, wie erwähnt, das Fett zum Teil in der Sonne und wird dann von der halbvergorenen Papiermasse aufgesaugt.

So entsteht diese feste, für Wasser und Luft fast undurchgängige Decke, deren Analyse ich unter Nr. 39 und 41 mitgeteilt habe. Man kann daher annehmen, daſs das Fett in solchem festen, fettreichen, trockenen Schlick ziemlich lange der Zersetzung Widerstand leistet, auch wenn es durch Unterpflügen in tiefere Bodenschichten gelangt.

Schlieſslich verschwinden auch kompaktere Fettmassen im Boden, indem sie vom Rande her allmählich eine krümelige Beschaffenheit annehmen. Vielleicht trägt die Gasentwicklung im Innern, welche durch Anaeroben hervorgerufen wird, zur Auflockerung bei oder es sind vielleicht niedrige tierische Organismen im Boden daran beteiligt, die festen Fett-

massen zu durchlüften und das Eindringen der versichernden Meteorwässer zu begünstigen, so dafs dann die Bedingungen für ein erneutes Eingreifen der Mikroorganismen wieder eintreten.

Zu einer Anreicherung gelangt das Fett, das auf diese Weise in den Boden geraten ist, im allgemeinen also nicht; dafs jedoch das Fett in den zum Teil recht fettreichen Schlick, wenn dieser untergepflügt wird, schon nach einem Jahre, wo alle sonstige organische Substanz mineralisiert ist, ganz verschwunden ist, möchte ich bezweifeln; es wäre wohl möglich, dafs bei häufiger Düngung mit fettreichem Schlick sich eine Zunahme von fettartigen Substanzen im Boden konstatieren liefse.

Es fragt sich nun, ob und wie weit sich an dieser Selbstreinigung des Bodens von Fett neben den Mikroorganismen auch die höheren chlorophyllhaltigen Pflanzen beteiligen, welche auf den Rieselfeldern gedeihen. Dafs flüssige Fette ziemlich leicht ihren Weg in lebendige Pflanzenzellen finden, besonders wenn sie einen gewissen Reichtum an freien Fettsäuren haben, hat Pfeffer und seine Schüler sicher bewiesen. Auch Fette, welche bei gewöhnlicher Temperatur fest sind, können bei genügender Verteilung von den Pflanzenzellen assimiliert werden. In welchem Mafse jedoch die chlorophyllhaltigen Pflanzen Fett aufnehmen und verarbeiten, darüber geben die bisherigen Forschungen, so weit mir bekannt, noch keinen Aufschlufs; darum kann man sich auch nur eine sehr unklare Vorstellung machen, welchen Wert das Fett im Boden für die Kultur von Nutzpflanzen hat.

Die hochatomigen Fettsäuren und ihre Glyceride, welche die gröfsere Menge des auf den Rieselfeldern zu findenden Fettes ausmachen, sind vermutlich als solche zunächst für die Pflanzen, wenigstens in chemischer Beziehung, ziemlich indifferent; es kommen jedoch auch ihre durch die Mikroorganismen und das Licht erzeugten Spaltungsprodukte, in erster Linie die flüchtigen Fettsäuren, in Betracht; sei es nun, dafs diese in freiem Zustande, wo sie leicht im Wasser löslich sind, von den Pflanzen aufgenommen werden oder als Alkali- und Kalk-

salze durch die Säureausscheidung der Wurzelorgane zuvor zerlegt werden Über die Wirkung dieser niedrigen flüchtigen Fetträuren hat die Arbeit von Löwinson wertvolle Aufschlüsse geliefert. Der Autor, der allerdings nur die Essigsäure, Ameisensäure und Proprionsäure in ihrem Einflusse auf die Keimung und das Wachstum von Erbsen prüfte, konnte nachweisen, daſs diese Säuren eine intensive Schädigung hervorrufen und zwar steigt die Schädlichkeit der betreffenden Säuren mit der steigenden Molekulargröſse, während allerdings auch die Schwierigkeit wächst, in die Zellwände zu diffundieren. Ob dieses interessante Gesetz, das, so weit es die mit dem gröſseren Molekül wachsende Schädlichkeit der löslichen Fettsäuren betrifft, für die Schimmelpilze und die von diesen aus dem Fett abgespaltenen flüchtigen Fettsäuren von Laxa bestätigt wurde, auch für die höheren Pflanzen allgemeine Geltung hat, ist bisher noch nicht nachgewiesen.

Bis jetzt ist es also noch nicht möglich, über den chemischen Einfluſs der Fette und ihrer Spaltungsprodukte sich ein einigermaſsen abschlieſsendes Urteil zu bilden.

Ebensowenig sind bis jetzt die physikalischen Veränderungen hinreichend erforscht, welche der Boden bei Aufnahme von Fett erleidet. Ich habe es versucht, mich durch einige Vorversuche über die Eigenschaften solcher fetthaltigen Böden zu orientieren.

Verreibt man trockenen Sand mit Fett — es genügen schon wenige Zehntelprozent — so nimmt er eine lockere voluminöse Beschaffenheit an, weil die einzelnen Sandkörner durch hre mit einer dünnen Fettschichte überzogene Oberfläche verhindert sind, sich leicht zu verschieben und in geometrisch günstiger Weise ineinander zu lagern. Ein solcher Sand nimmt daher einen wesentlich gröſseren Raum ein und enthält gröſsere Lufträume als der fettfreie, vorausgesetzt daſs man keinen äuſseren Druck anwendet, so daſs nur die eigene Schwere des Sandes für die Ineinanderfügung der einzelnen Teilchen zur Geltung kommt. Die Filtrationsgeschwindigkeit nimmt dabei zu, die wasserhaltende Kraft

dagegen ab. Diese Eigenschaften des fetthaltigen Sandes, die ihm den Charakter nassen thonhaltigen — im landläufigen Sinne — schweren Bodens gibt, würde besonders beim umgeackerten Boden eine Rolle spielen.

Wird dagegen auf fest geschichtetem Sand Fett fein verteilt, so wird ein Teil der Poren mit Fett ausgefüllt und es nimmt naturgemäfs das Porenvolumen, die wasserhaltende Kraft und die Filtrationsgeschwindigkeit entsprechend dem Fettgehalt ab. Diese Eigenschaften des fetthaltigen festen Bodens kommen jedoch beim Experiment kaum zur Geltung, weil schon geringe Mengen fein verteilten Fettes genügen, den Sand für Wasser undurchgängig zu machen. Dagegen beeinträchtigen schon kleinste Mengen Fetts die Durchdringbarkeit des Sandes für Wasser. Es ist klar, dafs die einzelnen Sandkörner, so weit ihre Oberfläche mit Fett überzogen ist, — ich spreche hier nur von Neutralfett und freien hochatomigen Fettsäuren — sich nicht mit Wasser benetzen und dem Vordringen des Wassers einen gewissen Widerstand leisten. Die Schnelligkeit, mit welcher das Wasser in den fetthaltigen Sand eindringt, sowie die Filtrationsgeschwindigkeit, habe ich durch einige einfache Versuche, die unter exakteren Bedingungen von berufenerer Seite eine Wiederholung wünschenswert erscheinen lassen, festzustellen gesucht.

Ich verschlofs eine Reihe 250 mm hoher Glascylinder mit einem Lumen von 45 mm Durchmesser (Leuchtgascylinder) unten mit Kattunfilter und füllte sie mit 500 g lufttrockenen Sandes, den ich durch kurze Schläge mit der flachen Hand auf das obere Ende des Cylinders bis auf das minimalste Volumen zusammenschüttelte. Dann wurden mittels geaichter Pipette geringe Mengen Fetts (Adeps suilli) in 40 ccm Äther gelöst und möglichst schnell und gleichmäfsig auf die Oberfläche des Sandes ausgegossen; ein geringer Teil des Fettes, der in dem Mischgefäfs und in der Pipette zurückbleibt, müfste für exaktere Versuche natürlich zurückgewogen werden. Die Quantität Äther war so gewählt, dafs die 190 mm hohe Sandsäule fast bis zum Boden mit der Ätherfettlösung durchtränkt wurde. Die Cylinder wurden

dann während 24 Stunden bei gelinder Wärme (35° C.) aufbewahrt, um den Äther entweichen zu lassen. Auf diese Weise lassen sich kleine Mengen Fetts bei gleichem Volumen des festgeschichteten Sandes einigermafsen gleichmäfsig verteilen, jedoch scheint es, als ob die gröfste Menge des Fettes schon in den oberen Schichten zurückgehalten wird. In die Cylinder wurde nun so viel Wasser gegossen, dafs der Sand mit einer 20 mm hohen Flüssigkeitssäule überschichtet war. Die Höhe dieser Wassersäule wurde konstant erhalten. Ich beobachtete nun, wann der erste Tropfen Wasser auf der unteren Fläche des Cylinders erschien, wenn 100, 200, 300 ccm Wasser durchgelaufen waren. Die folgende Tabelle XIV zeigt, dafs bei

Tabelle XIV.
Filtrationsgeschwindigkeit etc. im fetthaltigen Sande. 500 g Sand. Druckhöhe des Wassers 20 mm.

Nr.	Menge des in 500 g Sand enthaltenen Fettes in g	Der erste Tropfen passierte das Filter nach Sekunden	Die ersten 100 ccm	Die zweiten 100 ccm	Die dritten 100 ccm	300 ccm
			Wasser waren durchgeflossen nach Sekunden:			
1	0	235	700	705	710	2115
2	0,017	265	820	780	800	2400
3	0,034	295	780	775	760	2315
4	0,068	230	790	755	750	2295
5	0,102	370	810	—	755	2340
6	0,116	370	840	800	740	2380
7	0,204	7200	2821	—	—	—
8	0,210	Das Wasser drang in den Sand in 3×24 Stunden nicht ein.				

steigendem Fettgehalt das Wasser immer längere Zeit gebraucht, um die Sandschicht zu durchdringen und dafs der Sand schon bei einem Gehalt von 0,21 : 500 g Sand, also von rund 0,1% Fett (die Sandschicht wird nicht ganz von der Ätherfettlösung durchdrungen) für Wasser undurchgängig ist. Allerdings ist dabei Voraussetzung, dafs die Sandschicht nicht durch Erschütterung oder durch Feuchtigkeitsabnahme feine Risse erhält, welche die Filtrationsgeschwindigkeit naturgemäfs bedeutend erhöhen. Dies war auch in geringem

Grade bei Versuch IV der Fall. Man sieht ferner aus der Tabelle, dafs das Wasser in den fetthaltigen Boden sehr ungleichmäfsig eindringt. Durch erhöhten Wasserdruck läfst sich die Grenze für das Eindringen des Wassers verschieben; bei einer Reihe von Versuchen, die ich bei 100 mm Druck ausführte, traten jedoch noch gröfsere Unregelmäfsigkeiten in den Resultaten auf.

Eine Folge davon, dafs das Wasser in den fetthaltigen Boden schwer eindringt, ist die Erscheinung, dafs das abfliefsende Wasser weniger gefärbt und um so klarer ist, je gröfser der Fettgehalt des Bodens ist, weil die im Boden enthaltenen gefärbten Substanzen schwer oder gar nicht vom Wasser gelöst werden können und freie suspendierte Teilchen von der fettigen Oberfläche der einzelnen Sandkörner festgehalten werden.

Das Fett schützt demnach den Boden vor zu schneller Auslaugung: eine Eigenschaft des Fettes, die unter Umständen, d. h. bei leichtem Sandboden, als Vorzug angesehen werden kann. Wie Vogel[1]) in einer »Plauderei« über die Wirksamkeit des Fettes in den Düngemitteln ausführt, hält ein gewisser Fettgehalt, wie er auch in der Poudrette vorhanden ist, eine zu rasche Zersetzung des organischen Stickstoffs auf und sorgt dafür, dafs der Gang des Nitrificationsprozesses sich dem Bedürfnisse der Pflanzen anschliefst.

Fafst man alles das, was wir über die chemischen und physikalischen Einflüsse des Fettes auf dem Boden ermittelt haben, zusammen, so erhält man doch nur eine sehr unklare Vorstellung von dem Wert oder Unwert des Fettes für landwirtschaftliche Zwecke. Man wird jedoch so viel als sicher ansehen können, dafs ein geringer Fettgehalt des Bodens im allgemeinen bedeutungslos und eher vielleicht manchmal von Nutzen für das Pflanzenwachstum ist, während höhere Grade von

1) Referat über Vogel: Wirksamkeit des Fettes in den Düngemitteln. Deutsche landwirtschaftliche Presse. Jahrgang XXIII, Nr. 76 im XI. Jahrgang der Jahresberichte der Landwirtschaft. 1896.

Fettreichtum, wie wir sie im Schlick antreffen, einen unbedingt schädlichen Einflufs haben.

Denselben Eindruck erhielt ich bei einigen Versuchen, die ich über die Wirkung des Fettes auf die Keimung und das Wachstum von Erbsen anstellte. Zu diesem Zweck habe ich eine Reihe von Blumentöpfen mit je 300 g einer ziemlich humusreichen Gartenerde[1]) beschickt, in der in steigen der Menge von 0,33—19,32% Fett, das aus Fettkugeln durch Ausschmelzen gewonnen war, durch Verreiben gleichmäfsig verteilt wurde. In jeden Topf wurde eine Erbse 20 mm tief eingelegt und die Erde mäfsig angedrückt. Die Blumentöpfe wurden in Bezug auf Licht, Sonne, Zufuhr von Wasser ganz gleichmäfsig behandelt.

Beim Begiefsen konnte man zunächst beobachten, dafs das Wasser um so schneller ablief, um so weniger gefärbt und ärmer an suspendierten Bestandteilen war, je mehr Fett der Boden enthielt.

Die Wasseraufnahme stand in umgekehrtem Verhältnis zum Fettgehalt. In der Erde, die fast 20% Fett enthielt, konnte die Erbse überhaupt nicht zur Entwicklung kommen, sie war bald nach der Keimung verfault. Der Boden war, wie man das auch bei geringerem Fettgehalt beobachten konnte, durch und durch von Schimmelvegetationen durchzogen Bei 14,94% Fettgehalt entwickelte sich jedoch bereits eine kümmerliche Pflanze Je weniger Fett dann der Boden enthielt, um so schneller und kräftiger war das Wachstum der Pflanzen: da jedoch bei den Versuchen das Volumen der angewandten Bodenmenge nicht überall das gleiche war, so war die Zunahme, wie zu erwarten, keine regelmäfsige. Aus der Lockerung des Bodens durch den Fettzusatz läfst es sich auch wohl erklären, dafs in den Töpfen, die einen Boden mit geringem Fettgehalt (0,66%—0,99%) enthielten, die Erbsen besser gediehen als in dem fettfreien Boden. (Der Grad der Entwicklung wurde nach dem Gewicht der Trockensubstanz der Pflanzen nach achtwöchigem Wachstum gemessen.)

1) Die Erde enthielt 0,05% ätherlösliche Substanzen.

So interessant diese Versuche, die unter Innehaltung exakterer Bedingungen (gleiches Volumen der verwendeten Erde) noch zuverlässigere und gleichmäfsigere Resultate ergeben würden, auch erscheinen: auf die Praxis der Rieselwirtschaft lassen sich die Resultate ohne weiteres nicht übertragen, da hier die Verhältnisse wesentlich komplizierter sind. Vor allen Dingen spielen die Cellulose, die fast stets in Gemeinschaft mit dem Fett im Schlick anzutreffen ist, sowie die feinen Detritusmassen, die in der Spüljauche vorhanden sind und die Filtrationsgeschwindigkeit des Bodens beeinträchtigen, bei der Veränderung der physikalischen Eigenschaften des Boden eine bedeutende Rolle.

Ob bei der Verwendung des Schlicks als Dünger sein Fettgehalt eine wesentliche Bedeutung hat, darüber würde man sich am leichtesten ein Urteil bilden können, wenn man vergleichsweise Kulturversuche mit entfettetem Schlick als Dünger anstellen würde. Es wäre wohl möglich, dafs die Entfettung den Düngwert des Schlicks erhöhen würde, wenn der letztere nicht etwa durch Rückstände des angewandten Extraktionsmittels beeinträchtigt wird.

Bis jetzt wurde der Schlick, so weit er nicht im landwirtschaftlichen Betriebe der Rieselgüter, speziell auch zur Düngung der nicht berieselten Ländereien zur Verwendung kam, an umwohnende Landwirte verkauft. Im Etatsjahre 1900 betrug der Erlös 14771 M. Nimmt man als Durchschnittspreis einer Fuhre à 2 cbm 1,50 Mk. an, so wären fast 20000 cbm Schlick verkauft.

Sehr wertvolle Dienste hat auch der Schlick zur Wegverbesserung geleistet, besonders bei der ersten Anlage der Rieselfelder.

Um nun berechnen zu können, ob die Extraktion des Fettes rentabel wäre, müfste man zunächst den Handelswert des entfetteten Schlicks und des gewonnenen Fettes feststellen.

Auf weitere Einzelheiten der Frage, wie man das Fett zurückgewinnen könnte, näher einzugehen, dürfte verfrüht und überdies Sache des Technikers sein. Zur weiteren Förderung

jedoch dieses wichtigen Problems möchte ich vorschlagen, zunächst zwei gröfsere auswechselbare Absatzbecken — am besten in der Nähe eines Standrohres anzulegen. Der Querschnitt wäre so zu wählen, dafs die Stromgeschwindigkeit der durchfliefsenden Spüljauche etwa 4 mm[1]) beträgt. Der Ablauf müfste in der Mitte angebracht werden, damit neben den Sinkstoffen auch die Schwimmstoffe zurückgehalten werden könnten, während die übrige Menge der suspendierten Bestandteile, die verhältnismäfsig fettarm sind, der Spüljauche verbleiben.

Eine fortlaufende Reihe von Untersuchungen würde dann zunächst einmal ergeben, wieviel Fett man auf diese Weise gewinnen könnte: wie ich glaube, bei weitem den gröfsten Teil.

Sollte es sich nun nicht lohnen, das Fett zu extrahieren, so müfste meines Erachtens noch einmal die Verwendung des Schlicks als Brennmaterial geprüft werden. Allerdings scheinen ja die Versuche, die bis jetzt in dieser Richtung angestellt sind, nicht gerade ermutigend gewesen zu sein. Es wurde besonders der hohe Aschegehalt hervorgehoben und derselbe auf 50—70% angegeben. Würde man jedoch die Schwebestoffe der Spüljauche abfangen, ohne dafs sie auf den Rieselfeldern Sand aufnehmen, so würde die Asche, wie S. 320 angegeben wurde, höchstens 40% betragen. Anderseits ist der Heizwert des Schlicks nicht gering. So lieferte

Probe 39 bei einem Fettgehalt von	29,133%	3.596	Kalorien
» 40 » » » »	10,773 »	2.200	
» 41 » » » »	26,167 »	2.725	

Der Heizwert des Schlicks entspricht also etwa dem des Holzes.

Eine andere Verwendung des Schlicks, die etwa noch in Betracht käme, wäre die Fettgasbereitung. Die Versuche, die mit dem beim Degnerschen Kohlebreiverfahren gewonnenen Schlammassen angestellt sind, scheinen dafür zu sprechen,

1) Büsing, Der städtische Tiefbau. Städtereinigung, S. 317.

dafs man auf diesem Wege vielleicht auch das Fett im Schlick ausnutzen könnte.

Würde sich jedoch ergeben, dafs alle diese Verfahren das Fett zurückzugewinnen oder auszunutzen, unrentabel sind, so würde es meines Erachtens eine dankbare Aufgabe für die Agrikulturchemie sein, auf Mittel zu sinnen, welche die schädlichen Folgen des Fettes im Schlick bei seiner Verwendung als Dünger, mildern oder beseitigen würden; der Zusatz von Kalk, Mergel etc., der aus anderen Gründen mehrfach empfohlen wurde, gewinnt in dieser Beleuchtung[1]) ein erneutes Interesse.

Die Frage, ob und wie nun das Fett auf den Rieselfeldern in nutzbringender Weise zu verwerten ist, endgültig zu beantworten, ist mir zwar nicht gelungen, lag auch nicht in der Absicht meiner Betrachtungen, die sich auf eine nur verhältnismäfsig geringe Anzahl von Analysen aufbauen; ich hoffe jedoch gezeigt zu haben, dafs die Fettfrage nicht nur in wissenschaftlicher Beziehung speziell von seiten der Agrikulturchemie ein hohes Interesse beanspruchen darf, sondern dafs es sich auch für die Praxis empfehlen wird, dem Fettreichtum der Rieselfelder nach Wesen und Wert eine erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen; ich glaube, auf Grund meiner Untersuchungen zu der Vermutung berechtigt zu sein, dafs ein eingehenderes Studium der angeregten Fragen für einen rationellen Rieselbetrieb nicht ohne Nutzen sein dürfte.

1) Bindung der freien Fettsäuren.

Untersuchungen über die Reifung von Weichkäsen.

2. Mitteilung.

Von

Dr. **Stanislaus Epstein,**

Assistenten am Institute.

(Aus dem hygienischen Institute der deutschen Universität in Prag; Vorstand: Prof. Dr. Hueppe.)

Nachdem meine Untersuchungen über Camenbert-Käse[1]) ergeben hatten, daſs die Reifung dieses Weichkäses von der Oberfläche aus erfolgt und durch Bakterien hervorgerufen wird, schien es mir wichtig, den Brie-Käse einer Untersuchung zu unterziehen.

Für diesen Käse ist es nämlich charakteristisch, daſs seine Auſsenfläche mit Schimmelvegetationen überzogen ist, von denen man schon nach Duclaux'[2]) Versuchen annehmen durfte, daſs sie für die Reifung von entscheidender Bedeutung sind. Nach Duclaux' Auffassung bildet sich an der Oberfläche schon nach kurzer Zeit im Trockenraume ein weiſser Anflug, welcher durch das verzweigte Mycel einer Penicilliumart gebildet wird. Für die Aussaat dieses Pilzes ist stets dadurch gesorgt, daſs seine Keime an den Käsebrettchen und in der Luft der Räume vorhanden sind. Nach der Darlegung von Duclaux muſs man die Fruktifikation und Sporenbildung dieses Pilzes verhüten

1) Archiv f. Hygiene, 1902, Bd. 43, S. 1.

2) Le lait, 1882, p. 289.

durch Regulierung der Wärme, weil infolge der Sporenbildung das schädliche Blau- oder Schwarzwerden des Käses eintritt.

Es geht hieraus deutlich hervor, dafs Duclaux bei diesem Käse nur einen Schimmelpilz kennt, der dem Penicillium glaucum als Varietät zugehört, weil er nur den Gegensatz zwischen weifsem Mycel und dunklen Sporen dieses einen Pilzes kennt. Das Pilzmycel bringt die grofse Menge von Milchsäure, zuerst an der Oberfläche, dann im Innern zum Verschwinden.

Sobald neutrale Reaktion an der Oberfläche eingetreten ist, soll unter dem weifsen Anfluge ein roter auftreten und zwar soll dieser rote Anflug aus einer schleimigen Masse verschiedener Arten von Kasein peptonisierenden Bakterien bestehen.

Die Pilzvegetation soll ganz vorübergehend und die Beseitigung der Säure ihre einzige Aufgabe sein, indem sie dadurch den Boden für obige peptonisierenden Bakterien vorbereitet, welche die eigentliche Reifung bewirken.

Nach anderer Auffassung, die in Deutschland vielfach verbreitet, aber litterarisch nicht weiter begründet ist, wird das weifse Mycel ähnlich gedeutet, jedoch als Oïdium lactis angesprochen. In diesem Falle würde also eventuell das Oïdium durch das Penicillium verdrängt.

Bei Camenbert-Käse waren nach meiner Ermittelung die Oïdium-Vegetationen von sekundärer Bedeutung und führten sogar bei reichlichem Vorhandensein zur Verschlechterung des Produktes.

Was wir bisher über die Biologie der Schimmelpilze, Hefen — für die diese Thatsache kürzlich durch Bail[1]) eingehend erhoben wurde — und Oïdium wissen, ist, dafs sie organische Säuren verbrennen. Es ist nun sicher, dafs infolge der vorbereitenden Wirkung der Milchsäurebakterien saure und sogar stark saure Reaktion eintritt, wie letzteres z. B. für Brie-Käse geradezu unerläfslich ist. Wenn nun Pilze der obenerwähnten Gruppen nur durch Aufzehren der Säure eine vorbereitende

1) Centralbl. f. Bakt., II. Abt, 1902, VIII. Bd., Nr. 18/19.

Wirkung ausüben, dann würde, wie es Duclaux auch annimmt, die eigentliche Reifung durch peptonisierende Bakterien, eventuell sogenannte Tyrothrixarten im Sinne von Duclaux erfolgen, also nach dem Schema verlaufen, welches ich in meiner ersten Mitteilung für Camenbert-Käse thatsächlich als vorkommend festgestellt habe.

Es ist aber trotzdem die Möglichkeit nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, dafs irgend ein Pilz sich spezifisch bei der Reifung beteiligt, vielleicht so, dafs Milchsäurebakterien und ein Pilz die alleinigen oder doch wesentlichen Organismen für die Reifung sind. So ist wohl die Mitteilung von Olav Johan-Olsen[1]) zu verstehen, dafs sich an der Reifung von schwedischem Käse, Gammelost, ein Clamydomucor casei, Penicillium aromaticum casei, Dematium casei, Milchsäurebakterien und Tyrothrix Nr. 1 von Duclaux beteiligen.

Auf jeden Fall schien uns der Brie-Käse ganz besonders geeignet, um an die Lösung der Frage heranzutreten, weil sowohl die praktischen Erfahrungen wie auch die Ermittelungen von Duclaux zeigen, dafs das weifse Pilzmycel an dem Reifen dieses Käses irgendwie beteiligt sein dürfte.

Ich benutzte 10 Proben von Brie-Käse der Firma Breton et Aussenac, welcher sich durch eine ganz besondere Feinheit auszeichnete. Im Gegensatz zum Camenbert war nie der Geruch nach Ammoniak vorhanden; die stinkenden Produkte fehlten gänzlich. Äufserlich war zunächst der Käse stets mit einer weifsen Schimmelschicht bedeckt. Beim Durchschnitte zeigte der Schnitt unmittelbar unter dieser Schimmeldecke ein peptonisiertes weifsgelbliches speckiges Aussehen; die Stärke dieser Schicht wechselte. Stets war in der Mitte noch eine rein weifse, fast gar nicht, oder höchstens sehr fein gelochte Käsemasse vorhanden, welche den Geschmack von Imperialkäse hatte, butterartig und angenehm säuerlich schmeckte.

Dieses Aussehen liefs sich unter Berücksichtigung meiner früheren Erhebungen sofort verstehen. Erst treten durch die

1) Centralbl. f. Bakt., II. Abt., 1898, IV. Bd., S. 161.

ganze Masse Milchsäurebakterien auf und die so gebildete Milchsäure wird von der Oberfläche aus aufgezehrt oder neutralisiert und entsprechend tritt von der Oberfläche aus die Reifung nach innen zu in Gang.

Nach Entfernung der Zinnfolie wurde mit sterilen Instrumenten ein Schnitt durch den Käs gelegt und eine zweite Probe unmittelbar unter der Oberfläche, eine dritte 3 bis 4 mm unter der Oberfläche und eine vierte aus der Mitte genommen.

Die kulturelle Untersuchung ergab zunächst folgendes allgemeine Resultat. Mikroskopisch befanden sich an der ersten und zweiten Stelle, Schimmelmycel, Pilzsporen, Sprofsverbände, vereinzelte Bakterien; an der dritten Stelle waren wenig Schimmel und Sprofsverbände, dagegen viele Bakterien; in der Mitte waren nur Bakterien zu sehen.

Zur Entwicklung kamen zu meiner grofsen Überraschung stets in den Kulturen zwei Arten von Schimmelpilzen und immer gehörten beide dem Penicillium an. So lange nur Mycelien vorhanden waren, war zunächst scheinbar kein deutlicher Unterschied zwischen beiden zu bemerken. Sobald aber Fruktifikation eintrat, bildete sich ein ganz erheblicher Unterschied aus. Die eine Art wurde dann an der Oberfläche grün, später blau bis schwarz und entsprach in allem dem Penicillium glaucum. In der Gelatine machte sich ihre Fruktifikation durch Eintreten eines unangenehmen modrigen Geruches bemerkbar. Die zweite Penicilliumart machte sich für das Auge bei der Sporulation kaum bemerkbar, selbst wenn man unter dem Mikroskope bereits deutlich die Sporenschnüre sah. Ihre Sporen sind zunächst weifs wie das Mycel selbst; wenn sie älter werden, gelblich weifs. Dies ist wohl der Grund, weshalb diese Art bis jetzt vollständig übersehen wurde; wir wollen sie Penicillium album n. spec. nennen.

Die bis jetzt bei Käsen als günstig beobachteten Schimmelpilze, der »Edelpilz« bei Roquefort und Gorgonzola und das Penicillium arom. von Johan-Olsen gehören nach der Farbe ihrer Sporen in die Gruppe des Pen. glaucum, sind vielleicht nur Varietäten oder Ernährungsmodifikationen desselben, während

das Penicillium glaucum s. str. stets als Schädiger aufzutreten scheint.

Bei Auftreten der Sporen des Pen. album nimmt die Gelatine keinen unangenehmen Geruch an.

Die Schimmeldecke des Käses war nie ganz gleichmäfsig, sondern es fanden sich Streifen oder inselartige Teile von rötlicher Farbe, wie sie früher schon erwähnt worden sind. Kulturen von diesen Stellen ergaben weder Schimmelpilze noch Oïdium, sondern stets eine Art von Sprofspilzen und daneben, aber nicht regelmäfsig Bakterien. Im schroffen Gegensatze zu der Angabe von Duclaux hatte keine Bakterie aus den roten Stellen peptonisierende oder Casease produzierende Eigenschaften; gelegentlich fanden sich auch Milchsäurebakterien.

An der dritten Stelle fanden sich neben spärlichen Hefen und Pilzkeimen und nicht peptonisierenden Bakterien Milchsäurebakterien. In der Mitte waren nur Milchsäurebakterien vorhanden.

Die Brie-Käse waren in halbreifem Zustande, in welcher Form sie gewöhnlich verschickt werden, und enthielten stets deutlich einen quarkartigen Kern. Bei der Temperatur von 28° C. verschwindet dieser Kern schnell unter zunehmender Reife von der Oberfläche aus.

Da die zu vermutenden Organismen verschiedenen Gruppen angehören, die an die Nährböden sehr verschiedene Anforderungen stellen, verwendete ich zum Isolieren neutrale Fleischwassergelatine; neutrale Molkengelatine teils mit, teils ohne Zusatz von Kalciumkarbonat; Pflaumengelatine und Gelatine von Bierwürze. Die Kulturen wurden teils anaërob, teils aërob angelegt. Als flüssige Kulturmedien kamen in Betracht: Milch, Molke, Lösungen verschiedener Zuckerarten, Bouillon, Hefewasser, Bierwürze. Im festen Zustande wurde Parakasein verwendet.

Von allen untersuchten Organismen waren nur die Hefen und Milchsäurebakterien fakultativ anaërob, die anderen zur Entwicklung gekommenen nur aërob. Der Vorsicht halber wurden die Pilze und Hefen auch in der feuchten Kammer nach Böttcher untersucht; auch hierbei stellte sich heraus, dafs

beide Schimmelpilze typische Penicillien waren, welche die charakteristischen pinselartig gestaltete Sporenabschnürung zeigten. Die Sprofspilze bildeten auf Gipsblöcken keine Askosporen und mufsten deshalb als Torula aufgefafst werden.

Allgemeine Eigenschaften der isolierten Pilze, Hefen und Bakterien.

1. Penicillium glaucum.

Wenn auch die Eigenschaften des Penicillium glaucum als bekannt gelten dürfen, so zeigt doch der bereits oben vermerkte Umstand, dafs sich unter dieser Sammelspecies Pilze von unangenehmen Eigenschaften und »Edelpilze« vorfinden, die Notwendigkeit, die vorgefundene Species auf ihr Verhalten zu prüfen.

Bouillon: Nach einigen Tagen gutes Wachstum an der Oberfläche; anfangs weifses Mycel, zuletzt grüne Sporen. Der Geruch war schimmelig, unangenehm.

Bouillon mit 2% Milchzucker: Das Wachstum ähnlich wie vorher.

Milch gerinnt nicht, gutes Wachstum; die Milch wird in sehr kurzer Zeit, schon nach 8 Tagen peptonisiert und nimmt dabei gelbe durchsichtige Farbe an. Vor der Peptonisierung tritt keine Koagulierung ein. Nach längerer Zeit hat die Milch einen stark ammoniakalischen Geruch.

Labmolke: Verhalten wie in der Milch.

Auf Kreideplatten-Milchzucker-Gelatine gutes Wachstum; Kalk wird nicht aufgelöst.

Auf Strichkulturen mit Milchzuckergelatine reichliche Schimmelvegetation; die Gelatine wird peptonisiert.

Auf Kartoffeln gutes Wachstum, schnelle Sporulation.

Mikroskopisch. Aus der Spore entwickeln sich einige septierte Mycelen von weifser Farbe, von welchen nach kurzer Zeit (5 Tagen) Konidienträger sich abheben. Von diesen schnüren sich die Sporen in der bekannten pinselförmigen Ordnung ab.

2. Penicillium album.

Bouillon: Ein gutes Wachstum nur an der Oberfläche; es bildet ein weifses Mycel und erst nach 10 Tagen bei 20° C. Sporen von weifser Farbe; der Geruch ist kein specifischer oder unangenehmer.

Bouillon mit 2% Milchzucker: das Wachstum war den vorigen gleich.

Milch gerinnt nicht; der Schimmelpilz entwickelt sich sehr gut, und nach 2 Wochen ist eine Peptonisierung ohne vorheriger Gerinnung eingetreten. Die peptonisierte Milch unterscheidet sich von der Milch des Pen. glaucum dadurch, dafs die Farbe sehr schwach gelb und der Geruch sogar nach längerer Zeit nicht ammoniakalisch ist, wie es bei Penicillium glaucum der Fall war.

Labmolke verhält sich so wie die Milch.

Auf Kreideplatten-Milchzucker-Gelatine wird gar keine Säure entwickelt.

Auf Kartoffeln sehr gutes Wachstum; dieselben werden bald von einem schneeweifsen Mycel überzogen und die Ausbildung der Fruktifikationsorgane verläuft sehr schnell, so dafs nach 5—6 Tagen bei 22° C. Sporen abgeschnürt werden.

Mikroskopisch ist das Aussehen dem ersten Schimmelpilze fast ganz gleich; der Unterschied besteht darin, dafs das Mycel viel dichter entwickelt wird wie bei 1. Die Sporen werden sehr zahlreich abgeschnürt und sind anfangs von fast rein weifser Farbe, später bekommen sie einen Stich ins schwach gelbliche.

3. Hefe.

Die kulturell gefundene Hefe zeigte gar keine zymogene Eigenschaften. Dieselbe hatte weder diastatisches noch invertierendes Enzym und auch keine Gärfähigkeit auf verschiedenen Zuckerarten; sie wächst am besten gegen 25° C. und bildet dabei einen angenehmen Geruch nach Prefshefe.

Bouillon: Gute Entwicklung mit Absatz am Boden.

Bouillon mit 2% Milchzucker: So wie bei Bouillon.

Milch wird durch diese Hefe nicht verändert.

Labmolke: Das Verhalten so wie bei Milch; dieselbe bekommt nach längerer Zeit, 3 Wochen, einen angenehmen Hefegeruch.

Kartoffeln: ein ziemlich gutes Wachstum; die Oberfläche ist matt grau.

Gelatine: Gute Entwicklung, im Strich und auch im Stiche. Im Striche eine weifse, später leicht gelbe, matte Auflagerung mit geradem Rand; Geruch nach Prefshefe.

Agar-Agar: Kein gutes Wachstum.

Würze-Agar: Sehr üppige Entwicklung, eine dicke, weifsgelblich matte Auflagerung und angenehmer Prefshefegeruch.

Mikroskopisch: Dieselbe besteht fast nur aus einzelnen Zellen, hie und da mit einer oder auch zwei Tochterzellen. Fast jede Zelle trägt in sich eine Vakuole und sehr oft auch einen rotierenden Punkt.

4. Milchsäurebakterien.

Bouillon: Eine schwache Entwicklung, besonders am Boden: kein Wachstum an der Oberfläche.

Bouillon mit 2% Milchzucker: Ein gutes Wachstum und starke Säurebildung.

Labmolke: Ein sehr gutes Wachstum, besonders am Boden.

Gelatine: Im Strich eine sehr zarte feine matte Auflagerung mit einem sehr fein gezackten Rand. Im Stich zartes Wachstum bis auf den Boden des Stiches, kein Wachstum an der Oberfläche.

Gelatine-Milchzucker-Kreide-Platten: Nach 8 bis 10 Tagen bei 17° C. bilden sich runde, gelblichweifse Kolonien mit einem hellen Hof, welcher durch die Wirkung der dabei ausgeschiedenen Säure durch Auflösen des Kalkes entstanden ist. Der Geruch der Gelatineplatte war ein angenehmer.

Agar-Agar: Schlechtes Wachstum.

Würze-Agar: So wie bei Gelatine.

Mikroskopisch: Bei 1000facher Vergröfserung mit Gentianaviolett gefärbt. Kleine dicke, plumpe Stäbchen, fast eiförmig,

gewöhnlich zu zwei, oft bis zehn zusammenhängend. Keine Bewegung.

Die anderen noch gefundenen Bakterien wurden auf ihre Eigenschaften geprüft; da sie jedoch gar keine für uns brauchbaren Eigenschaften ergaben, wollen wir auf die Beschreibung derselben verzichten.

Spezielles Verhalten in der Milch und auf Kasein.

Penicillium glaucum

wurde in sterilisierte Milch eingeimpft. Die Sporen bilden in kurzer Zeit Mycelfäden, und einige Tage später ist die Fruktifikation zu Ende. Zunächst wird nur die oberste Schichte der Milch peptonisiert, später jedoch dringt die Peptonisierung immer weiter und weiter, so dafs nach 10 Tagen bei 22° C. kein Kasein mehr durch Säure ausgefällt wird. Der Geschmack der peptonisierten Milch ist nicht bitter; sie nimmt zunächst eine gelbliche, später fast braune Farbe an und ist ganz klar und durchscheinend geworden. Nach längerer Zeit (1 Monat) nimmt dieselbe immer mehr alkalische Reaktion an, und es läfst sich schon durch blofses Erhitzen Ammoniak nachweisen. Nach 1 Monat ist der Geruch kein angenehmer.

Dasselbe Penicillium, auf sterilisiertes Parakasein übertragen, peptonisiert dasselbe in kurzer Zeit, so dafs die Masse ganz zerfliefst. Wenn die Fruktifikation beendet ist, nimmt das peptonisierte Kasein eine gelbe bis grünlich gelbe Farbe an; die letztere scheint aus den Sporen zu stammen, welche der Masse diese unerwünschte Farbe erteilen. Die Peptonisierung der Milch wie auch des Kaseins erfolgt nur dann, wenn die Reaktion entweder ganz neutral oder schwach alkalisch ist. So lange eine organische Säure und speziell Milchsäure vorhanden ist, wird dieselbe zuerst von dem Pilz aufgezehrt und während dieser Zeit das Kasein nicht nachweisbar verändert. Wenn die Säure aufgezehrt bezw. wenn die Säure verbrannt ist, schreitet die Peptonisierung schnell vor sich und kann in einigen Tagen ganz zu Ende geführt

werden. Eine nachherige Zugabe von Milchsäure verzögert die Peptonisierung so lange, bis die Säure durch den Pilz wieder eliminiert worden ist.

Diese Versuche haben wir auf die Weise ausgeführt, dafs wir zehn Fläschchen mit je 10 ccm sterilisierter Milch füllten und, mit einem Tropfen konzentrierter Milchsäure beginnend, jedem folgenden Röhrchen um je einen Tropfen mehr davon zusetzten, also von ein bis zehn Tropfen Milchsäure, so dafs in den letzten Fläschchen bereits gegen 2% Milchsäure vorhanden waren. Ein jedes von diesen Kölbchen wurde nun mit einigen Sporen des betreffenden Schimmelpilzes geimpft und bei 22° C. stehen gelassen. Die Entwicklung des Schimmelpilzes war in allen Kölbchen fast gleich aufgetreten, die Peptonisierung jedoch ging proportional der Milchsäuremenge, denn im ersten Kölbchen war bereits der Inhalt ganz verflüssigt, als die Peptonisierung in dem fünften erst begonnen hatte; das zehnte Fläschchen hatte zu dieser Zeit zwar eine üppige Schimmelpilz-Vegetation, jedoch war der Inhalt noch ganz unangegriffen. Wir sehen aus diesen Versuchen, dafs diesem Schimmelpilze die Eigenschaft zukommt, ein tryptisches Enzym auszuscheiden. Aber die Zersetzung bleibt nicht bei der Peptonisierung stehen, denn es werden auch Ammoniak und einige flüchtige Säuren gebildet.

Penicillium album.

Mit dem Penicillium album haben wir dieselben Versuche ausgeführt wie mit dem ersten Penicillium. Die hier gefundenen Resultate waren denen des Penicillium glaucum analog. Der Unterschied, welcher zwischen dem Penicillium album und glaucum bestand, war der, dafs die peptonisierte Milch keine Gelbfärbung zeigte, sondern die Farbe zunächst fast ganz weifs durchsichtig, nur wenig opalisierend blieb und erst später gelblich wurde. Ferner zeigte diese Probe nach einem Monat keine weitgehende Zersetzung, da kein Ammoniak gebildet wurde. Das Parakasein wird peptonisiert, jedoch nimmt das dabei entstehende

Kaseon bisweilen sehr schwach gelbe Farbe an, oft bleibt dieselbe aber auch fast rein weifs. Der Geruch ist anfangs und zwar bei Beginn der Sporulation auch ein wenig modrig, wird aber bald ein recht angenehmer und erinnert an den des fromage de Brie. Angesäuerte Milch wird erst dann peptonisiert, wenn die Säure durch den Pilz ganz zerstört worden ist. Der dabei peptonisierte Quark löst sich in überschüssiger Molke zu einer weifsen, später etwas gelblichen opalisierenden Flüssigkeit auf; erst nach vielen Monaten (bis zu acht) wird die Farbe braun.

Es ergibt sich nach diesen Versuchen, dafs die Schimmelpilze die wichtige Aufgabe haben, die durch die ganze Käsemasse hindurch gebildete Milchsäure zu beseitigen; ob dies durch Produktion von Basen (Ammoniak), also durch Neutralisation oder durch Verbrennen zu Kohlensäure, also durch Veratmung geschieht, kann zweifelhaft sein, vermutlich gehen beide Prozesse nebeneinander her, und es ist die Verbrennung wie auch die Neutralisation von Bedeutung.

Je intensiver die Milchsäuregärung ist, um so langsamer ist die Beseitigung der gebildeten Milchsäure durch die von der Oberfläche aus wirkenden Pilze. Die Milchsäuregärung hat darnach bei diesem Käse eine wichtige vorbereitende und regulierende Aufgabe und verhindert ein zu schnelles Reifen und Verschimmeln des Käses. Hiernach wird es verständlich, weshalb bei Brie-Käse die stark sauere Reaktion der Molke so sehr betont wird. Es ergibt sich aber weiter, dafs wenn die Säure neutralisiert und aufgezehrt ist, die Schimmelpilze allein auf die neutrale oder eventuell schwach alkalische Käsemasse peptonisierend und reifend einwirken können.

Die Versuche mit der **Hefe** wurden in der Reihenfolge so wie die bei den Schimmelpilzen ausgeführt. Weder das Kasein noch die Milch wird in merkbarer Weise angegriffen, es entsteht nur ein angenehmer Hefegeruch. Nach diesen Versuchen können wir der Hefe eine besondere Wirkung bei dem Reifen des Brie-Käses nicht zusprechen.

Milchsäurebakterien.

Versuche über die Bildung der Säure haben wir in süfser Labmolke ausgeführt, welche durch Filtrieren durch Berkefeld-Filter keimfrei gemacht wurde. Zu diesen Versuchen wurden 2 l Molke verwendet und mit einer der bekannten Mengen des vorhandenen Milchzuckers entsprechenden Menge sterilen kohlensauren Kalks versetzt, dann mit dem Milchsäurebakterium geimpft und im Thermostaten durch 10 Tage bei 32° C. stehen gelassen. Nach dieser Zeit wurde die Lösung vom überschüssigen kohlensauren Kalk abfiltriert und einer Destillation unterworfen. Im Destillate konnte man Spuren von Alkohol mittels der Jodoformreaktion nachweisen. Der Rückstand wurde mit Phosphorsäure versetzt und nochmaliger Destillation unterworfen. Das Destillat zeigte saure Reaktion und wurde mit Soda neutralisiert und bis zur Trockene eingedampft. Der trockene Rückstand, mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, ergab die Anwesenheit von Essigsäure, welche man durch den Geruch und ferner durch Zugabe von einigen Tropfen Alkohols als Essigsäureester charakterisieren konnte. Andere flüchtige Säuren waren nicht vorhanden.

Der beim Destillieren verbleibende Rückstand wurde am Wasserbade eingeengt, mit Äther ausgeschüttelt und durch Zugabe von Zinkkarbonat in das Laktat übergeführt. Auf diese Weise gewannen wir einige Gramm von absolut reinem Zinklaktat, welches mit drei Molekeln Wasser krystallisierte. Es war somit das normale inaktive milchsaure Zink entstanden. Wir sehen also, dafs die Milchsäurebakterien Milchsäure und Essigsäure bilden. Was sonstige Eigenschaften anbetrifft, so war eine Veränderung des Parakaseins nicht nachweisbar; wir können diesen Milchsäurebakterien in der Zeit bis zu 2 Monaten keinen als Reifung zu deutenden Abbau des Kaseins zuschreiben.

Die hier untersuchte Bakterie hat auch ganz verschiedene säurebildende Eigenschaften für verschiedene Zuckerarten. Am meisten wird der Milchzucker und Traubenzucker, am schwächsten der Rohrzucker angegriffen.

Das Verhalten der Säure ergibt summarisch die Tabelle auf S. 366.

Zuckerart	1 Tag	4 Tage	8 Tage	15 Tage	In 10 ccm 4 proz. Zuckerlösg. wurden ccm $^{1}/_{10}$ N.-Natronlauge verbraucht.
Milchzucker . . .	0,5	2,0	2,2	2,2	
Traubenzucker . .	0,8	2,3	2,3	2,3	
Maltose	0,1	0,6	1,6	1,6	
Rohrzucker	0,0	0,4	0,4	0,4	

Spezielles Verhalten der Organismen gegenüber Parakasein.

A. Um das Verhalten und die Wirkung der in dem Käse gefundenen Kleinlebewesen festzustellen, haben wir uns **sterile Käsemasse** hergestellt. Für einen jeden Versuch brauchten wir 2 l Milch. Die Milch wurde sterilisiert und, wenn dieselbe keimfrei geworden war, mit einigen Tropfen Milchsäure versetzt und mit sterilem Lab bei 32° C. gelabt. Das ausgeschiedene Parakasein-Coagulum wurde unter entsprechenden Vorsichtsmafsregeln auf Filtern gesammelt und auf diese Weise von der Molke befreit. Es wurden auch immer Kontrollversuche angestellt.

Versuch 1.

Parakasein mit Penicillium glaucum. Das Parakasein wurde mit einigen Sporen dieses Penicilliums geimpft und bei 20° C. stehen gelassen. Nach 2 Tagen war die ganze Oberfläche mit einem weifsen Mycel umsponnen, und einige Tage später bildeten sich die Sporangien, welche schwarze Sporen abschnürten. Bis zur Fruktifikation dieses Pilzes war das Parakasein wenig verändert; zwar bildete sich an der Oberfläche eine schwach gelbliche Schichte, jedoch war der Geruch indifferent. Erst später, mit der Fruktifikation zunehmend, hatte sich das Aussehen wie auch die Farbe verändert. Das Kasein wurde rasch peptonisiert, und die Oberfläche nahm einen sehr unangenehmen moderigen Geruch an. Zuletzt war das Parakasein ganz peptonisiert, die zerflossene Masse hatte einen olivengrünlichen Farbenton angenommen und der moderige Geruch war wieder verschwunden; dagegen hatte sie stark ammoniakalischen Geruch, welcher dem Brie-Käse an sich nicht eigen ist. Nebstdem hatte die Oberfläche ein sehr unappetitliches Aussehen, welches durch die Sporen entstanden war, die teilweise die Oberfläche grün bis schwarz färbten.

Versuch 2.

Penicillium glaucum + Hefe. Bei diesem Versuch konnte sich die Hefe gar nicht entwickeln und wurde gleich durch das Mycel des Penicilliums überwuchert. Das allgemeine Bild gleicht dem Versuch 1.

Versuch 3.

Penicillium glaucum + Hefe + Milchsäurebakterium. Die Peptonisierung ging so wie bei Versuch 1, vielleicht ein wenig langsamer. Das allgemeine Bild war dem von 1 fast gleich.

Versuch 4.

Hefe + Milchsäurebakterien. Das Parakasein wurde mit Milchsäurebakterium und dann mit der Hefe geimpft. Das Impfen wurde auf die Weise vorgenommen, dafs zuerst in einige Tropfen von sterilisiertem Wasser Milchsäurebakterien, in andere Hefen hineingebracht und durch Schütteln verteilt wurden. Damit wurde die Parakaseinmasse geimpft. Nach 1 Woche war das Aussehen gar nicht verändert, der Geruch war nach Quarkkäse. Gegen die dritte Woche überdeckte sich die Parakaseinschichte mit einem gelblichen Hauch, welcher wie die mikroskopische Analyse uns ergeben hat, aus reiner Hefe bestand. Der Geruch war auch zu dieser Zeit etwas verschieden von dem früheren und hatte den ausgesprochenen Geruch eines Imperialkäses; die Kostprobe bestätigte diese Meinung. Peptonisierung war keine vorhanden.

Versuch 5.

Penicillium glaucum + Milchsäurebakterien. Der Verlauf war mit dem von Versuch 1 vollkommen identisch; das Parakasein war peptonisiert, hatte einen stark unangenehmen, ammoniakalischen Geruch; die Oberfläche war grünlich schwarz.

Versuch 6.

Penicillium glaucum + Penicillium album. Diesen Versuch wollen wir in zwei teilen und als Versuch 6a und Versuch 6b bezeichnen. Beim Versuch 6a haben wir die Impfung mit viel Penicillium glaucum und wenig Penicillium album, bei 6b umgekehrt vorgenommen.

Beim **Versuch 6a** war die Masse nach 2 Tagen von Mycel übersponnen, nach weiteren 2 Tagen sah man auch das kompaktere Mycel des Penicillium album. Einige Tage später war die Oberfläche teilweise grün und teilweise weifs. Der Geruch war moderig, nach 3 Wochen ammoniakalisch unangenehm; das peptonisierte Parakasein hatte eine grünliche Farbe.

Dagegen bei **Versuch 6b** war das Bild ein anderes. Nach 2 Tagen war die Masse von rein weifsem Mycel umsponnen; teilweise bestand dasselbe aus Penicillium glaucum und teilweise aus Penicillium album. Nach 4 Tagen war die Oberfläche vom Mycel des Penicillium album überwuchert; nach 8 Tagen keine grüne Färbung der Oberfläche, sondern die Oberfläche war ganz weifs, hatte keinen moderigen Geruch. Das Parakasein war peptonisiert, die Farbe eine gelblich weifse; kein Ammoniakgeruch; der Geruch war sogar dem eines Brie-Käses ähnlich.

Wir sehen, dafs hier das eine Penicillium (album) das andere (glaucum) überwuchert und sogar die Fruktifikation desselben verhindert hat. Zugleich sind auch andere unangenehme Erscheinungen verschwunden, nämlich das

Schwarzwerden der Oberfläche und der unangenehme Ammoniakgeruch; ferner war der Geschmack dem des Brie-Käses ähnlich.

Versuch 7.

Penicillium album. Der Pilz hat in 2 Tagen die Oberfläche ganz umsponnen. Nach 8 Tagen war schon an der Oberfläche eine Peptonisierung vorhanden, welche immer mehr in das Innere der Käsemasse eindrang. Nach 1 Monat war der Inhalt schon vollkommen reif, nur in der Mitte des Käses befand sich ein nichtpeptonisierter Teil der Käsemasse. Nach dieser Zeit war der Geschmack und der Geruch dem eines fromage de Brie sehr ähnlich.

Versuch 8.

Penicillium album + Hefe. Dieser Versuch war dem Versuch 7 analog Die Hefe konnte sich nicht entwickeln.

Versuch 9.

Penicillium album + Hefe + Milchsäurebakterium. Der Verlauf war dem Versuch 7 analog; der Unterschied bestand jedoch darin, dafs die Peptonisierung der Masse viel langsamer verlief.

B. Dieselben Versuche wurden mit gewöhnlicher **nichtsterilisierter Vollmilch** ausgeführt, indem dieselbe gelabt, das ausgeschiedene Parakasein geformt, die Oberfläche gesalzen und mit Reinkulturen der einzelnen Mikroorganismen geimpft wurde. Der Verlauf war ein wenig abweichend von den früheren Versuchen. wir wollen deshalb den Vorgang beschreiben.

Versuch 1.

Parakasein + Penicillium glaucum. Das Penicillium hatte sich in kurzer Zeit an der Oberfläche entwickelt, bald kam auch die Fruktifikation. Nach 2 Wochen siedelten sich an der Oberfläche verschiedene peptonisierende Bakterien an, welche scheinbar zu den Tyrothrixarten gehörten, da dieselben die Gelatine peptonisierten. Der nach 2 Monaten gewonnene Käse hatte einen sehr unangenehmen, an Quargelkäse erinnernden Geruch.

Versuch 2.

Penicillium glaucum + Hefe. Dieser Versuch war dem ersten fast ganz analog. Das Endprodukt hatte denselben unangenehmen Geruch wie bei 1; die zuletzt aufgetretenen peptonisierenden Bakterien peptonisierten die Gelatine und bildeten einen unangenehmen Geruch.

Versuch 3.

Penicillium glaucum + Hefe + Milchsäurebakterien. Das allgemeine Bild war dem von 1 fast ganz gleich.

Versuch 4.

Hefe + Milchsäurebakterien Das Parakasein hatte sich nach 2 Wochen mit Hefe, Penicillium und Oïdium überdeckt, auch verschiedene peptoni-

sierende Bakterien haben sich angesiedelt; der Käse ist fast ganz verflüssigt und zeichnet sich durch keinen angenehmen Geruch aus.

Versuch 5.

Penicillium glaucum + Milchsäurebakterien. Das Penicillium breitete sich in kurzer Zeit über die ganze Oberfläche. Das Aussehen der peptonisierten Masse war dem Versuch 2 ganz analog.

Versuch 6.

Penicillium glaucum + Penicillium album. Diesen Versuch können wir in zwei Versuche teilen, in einen Fall 6a, in dem viel Penicillium glaucum und wenig Penicillium album war, und in einen zweiten, 6b, umgekehrten.

Bei **6a** war nach 3 Tagen die Oberfläche zuerst mit Penicillium glaucum überzogen und einige Tage später erst kam das Penicillium album. Das Penicillium glaucum wurde in diesem Fall vom Penicillium album nicht überwuchert. Das Parakasein hatte ein gelbliches Aussehen und schwachen ammoniakalischen Geruch. Die Oberfläche war grünlich, was den Sporen des Penicillium glaucum zuzuschreiben ist. Der Geschmack hatte etwas mit dem fromage de Brie verwandtes.

Im anderen Fall, **6b,** verhielten sich die Sporen, welche zur Aussaat gebracht wurden, wie 10 : 1, d. h. auf zehn Penicillium album kamen ein Penicillium glaucum. In diesem Fall bildete sich zwar auch zuerst das Mycel von Penicillium glaucum, es wurde jedoch bald durch das Penicillium album überwuchert und die Sporulation von Penicillium glaucum blieb ganz aus. Das Parakasein hatte ein gelblich weifses Aussehen und der Geschmack war dem eines Brie-Käses ähnlich.

Versuch 7.

Penicillium album. Dieser Pilz überwucherte in kurzer Zeit die Oberfläche des Parakaseins, und nach einem Zeitraum von 2—3 Wochen war die Käsemasse teilweise verflüssigt. Der verflüssigte Teil zeigte ein ganz weifses Aussehen und der Geschmack war dem des Brie-Käses fast gleich.

Versuch 8.

Penicillium album + Hefe. Dieser Versuch war dem Versuch 7 fast ganz analog. Der Geruch war der eines Brie-Käses.

Versuch 9.

Penicillium album + Hefe + Milchsäurebakterium. Dieser Versuch war fast ganz identisch mit Versuch 7. Das Reifen der Masse geht etwas langsamer vor sich und die Oberfläche des Käses enthält nach einem Zeitraume von 1 Monat fast gar keine verflüssigende Tyrothrixarten.

Versuch 10.

Penicillium album + Milchsäurebakterien. Da die dazu angewendete Milch nicht sterilisiert war, wurde durch Zugabe der Reinkultur von Milchsäurebakterien diese als Massenkultur begünstigt. Dieser Versuch war dem Versuch 7 fast ganz analog.

Versuch 11.

Der letzte Versuch wurde noch auf folgende Art ausgeführt: Die gelabte **nicht sterilisierte Vollmilch** wurde zum Käse verarbeitet, in runde Form geprefst, die Oberfläche stark mit warmem Salz gesalzen und mit Penicillium glaucum und album in folgenden Verhältnissen geimpft, dafs im

1.	Versuch	auf	10	Sporen	von	Penicillium	glaucum	1	Spore
2.	»	»	5	»	»	»	»	1	»
3.	»	»	1	»	»	»	»	1	»
4.	»	»	1	»	»	»	»	5	»
5.	»	»	1	»	»	»	»	10	»
6.	»	»	1	»	»	»	»	20	»
7.	»	»	1	»	»	»	»	40	»

von Penicillium album vorhanden waren.

Diese sieben Versuche wurden auf die Weise ausgeführt, dafs von den auf Sauerbrot gezüchteten Schimmelpilzen durch eine Öse etwas von der Oberfläche entnommen wurde, welche fast nur aus Sporen bestand. Durch Verdünnung wurde mittels der Zählkammer die Menge der Sporen so durchgemischt, dafs die obigen Verhältnisse hergestellt wurden. Mit diesem Gemisch wurde nun die Oberfläche angestrichen. Es hat sich dabei folgendes herausgestellt: Wenn auf 20 Sporen Penicillium album eine von Penicillium glaucum vorhanden war, so trat keine ausgesprochene Grünfärbung der Oberfläche ein; unter dieser Zahl wurde die Oberfläche meist grün und der Käse nahm dadurch einen schlechten Geruch und Geschmack an. Das beste Verhältnis war 20 : 1, denn in diesem Fall war die Oberfläche nur ganz schwach und vereinzelt grünlich gefärbt, das peptonisierte Parakasein hatte gelblich weifse Farbe, der Geschmack war sehr angenehm.

Diese Ermittelung, dafs das Zahlenverhältnis von Penicillium album zu Penicillium glaucum von vornherein für die Güte des Produktes von Bedeutung ist, macht es verständlich, dafs der Brie-Käse dort besonders gut gelingen dürfte, wo infolge langjähriger Herstellung desselben die notwendigen guten Pilze in reichlicher Menge vorhanden sind. In diesem Falle kann der unangenehme Allerweltspilz, das Penicillium glaucum, als Moderpilz nicht aufkommen,

oder er wird so weit in Schranken gehalten, dafs er nicht schaden kann.

Im Falle des Brie-Käses gestatten die charakteristischen Artunterschiede der beiden Arten, Penicillium glaucum und album, dieses Verhältnis klarzustellen. Man wird aber wohl nicht fehlgehen, wenn man dasselbe für die Beziehungen des ordinären Penicillium glaucum zu den ihm artlich nahe stehenden ähnlichen »Edelpilzen«, z. B. bei Roquefort, annimmt.

Wie ich bereits erwähnt habe, ist man in Deutschland vielfach der Ansicht, dafs das weifse Mycel bei Brie-Käse dem Oïdium lactis angehört. Bei Camenbert-Käse habe ich[1]) einmal eine stärkere Entwicklung von Oïdium lactis gefunden und in diesem Falle war das Produkt weniger gut als sonst. Dann fand ich bei einer orientierenden Untersuchung, dafs bei einem unangenehm riechenden Weichkäse (Limburger) stets Oïdium lactis zugegen war. Dies gab Veranlassung zur Aufnahme systematischer Untersuchungen von **Oïdium lactis** bei der Käsereifung. Leider mufste ich diese Untersuchungen vorläufig unterbrechen und möchte mich deshalb mit einigen Bemerkungen begnügen.

Es ist wahrscheinlich, dafs wir als Oïdium lactis entweder eine Sammelspecies zusammenfassen, welche verschiedene Arten mit verschiedenen Eigenschaften enthält, oder dafs mindestens verschiedene Ernährungsmodifikationen, wenn nicht gar Varietäten einer Species vorliegen.

In jeder Milch sind die Keime von Oïdium lactis vorhanden, so dafs man sich geradezu wundern mufs, dafs nicht Oïdium lactis bei jedem Käse irgendwie mitbeteiligt ist. In dem Falle des Brie-Käses konnte ich den Grund dazu feststellen, weil in diesem Falle das Oïdium durch das viel schneller und kräftiger wachsende Penicillium Mycel niedergehalten und überwuchert wird. Bei anderen Käsen scheint eine geringe oder vorübergehende Vegetation von Oïdium lactis vorzukommen, z. B bei Camenbert, die sich für gewöhnlich wegen ihres vorübergehenden Charakters der Beobachtung entzieht, weil die

1) Archiv f. Hygiene, Bd. 43, 1902, S. 12.

Bakterienarten, welche die Reifung bewirken und zu Ende führen, später alle anderen Keime unterdrücken. Geschieht dies ausnahmsweise nicht und hält sich das Oïdium, so macht es sich auch dann z. B. durch den besonderen Geruch bemerkbar.

Bei anderen Weichkäsen aber, z. B. Limburger, hält sich das Oïdium lactis länger und ist vielleicht sogar an der Reifung irgendwie beteiligt. Dafür spricht, dafs in diesem Falle der Geruch nicht jene Feinheit zeigt, die wir bei Camenbert- und Brie-Käse finden.

Eine Seite der Frage will ich wenigstens kurz erwähnen, weil sie für die weitere Bearbeitung des Problems von Wichtigkeit ist. Im Gegensatze zu der bis dahin herrschenden Ansicht, nach welcher das Oïdium lactis an der Milchsäuregärung beteiligt sei, hat zuerst Hueppe[1]) nachgewiesen, dafs das Oïdium lactis die Reaktion der Milch nicht sauer, sondern alkalisch macht, so dafs die Milch flüssig bleibt, und dafs bei der spontanen Milchsäuregärung das Oïdium lactis einen Teil der gebildeten Milchsäure aufbraucht. Damit erklärt sich die Erscheinung, dafs die Oïdium-Vegetation bei dem spontanen Sauerwerden der Milch mit der Zunahme der Säuerung ziemlich gleichen Schritt hält. Das Oïdium würde hiernach einem Teile der Forderungen entsprechen, die ich für die Pilze vorhin als thatsächlich vorhanden nachgewiesen habe.

Wenn ich steriles Parakasein in der früher dargelegten Weise in Form von Käsen brachte und mit Reinkulturen von Oïdium lactis impfte, so trat auf dem nur schwach sauren Medium nur eine ganz schwache Vegetation auf, und es kam zu keiner eigentlichen Reifung. Wenn ich dagegen das sterile Parakasein mit Milchsäurebakterien und Oïdium lactis impfte, in welchem Falle die Reaktion der Masse ziemlich stark sauer wurde, kam es in kurzer Zeit zur kräftigen Entwicklung von Oïdium lactis an der Oberfläche. Schon nach 8 Tagen zeigte sich im Durchschnitt eine deutliche Reifungsschichte, indem die Oberfläche selbst in eine gelbliche speckige

1) Mitteilungen aus dem Kais Gesundheitsamte, II. Bd., 1884, S. 367.

Schicht verwandelt war, auf welcher nach innen zu eine ganz schmale, 3—4 mm breite durchscheinende Zone folgte Im Gegensatz zu dem stark sauren Kern ist diese Schicht neutral und die Oberfläche deutlich alkalisch. Der Geruch war nicht sehr angenehm und erinnerte an den von Limburgerkäse.

Es scheint hiernach möglich, dafs sich das Oïdium lactis bei dem einen oder anderen Weichkäse an der Reifung mehr direkt beteiligen dürfte. Dies könnte z. B. beim Camenbert in der Weise der Fall sein, dafs es sich an dem Aufzehren und Neutralisieren der Säure beteiligt und dadurch den in meiner ersten Mitteilung genauer geschilderten peptonisierenden Bakterien, die neutrale bis alkalische Reaktion verlangen, den Boden vorbereitet. Bei der von mir damals gewählten Versuchsanordnung konnte das Oïdium ganz entbehrt werden. Bei der gewöhnlichen Anordnung in der Praxis dürfte es aber in der oben geschilderten Weise mit in Betracht kommen. Für andere Weichkäse (Limburger, Romadour) dürfte die Vegetation von Oïdium lactis vielleicht dauernd eine grofse Bedeutung haben, die sich in der Bildung des spezifischen Geruches oder auch bei der Reifung selbst kundgibt.

Die Bildung der Weichkäse verläuft nach meinen Untersuchungen chemisch nach einem einfachen Schema. Erstens mufs durch die ganze Masse Milchsäure gebildet werden; zweitens mufs diese Milchsäure von der Oberfläche her neutralisiert oder verbrannt werden; drittens mufs an der neutralisierten Oberfläche die Peptonisierung unter Auftreten alkalischer Reaktion vor sich gehen.

Alle diejenigen Organismen müssen deshalb nach der Auffassung von Hueppe für die Reifung der Weichkäse als notwendig bezeichnet werden, welche diese Prozesse einleiten können. In der Anpassung an diese Prozesse spricht sich die Specificität der einzelnen Käsesorten aus und dieses erklärt, dafs unter den reinen Verhältnissen des Versuches die Zahl der unbedingt erforderlichen Keime eine geringe ist und 2 bis 3 nicht übersteigt. Alle übrigen Organismen können als sekundäre und für den Prozefs

der Käsereifung nicht notwendige Saprophyten bezeichnet werden, die in der alkalisch gewordenen Käseoberfläche günstige Bedingungen finden.

Für die **Praxis des Molkereiwesens** ergeben sich hieraus nach Hueppe ganz bestimmte Gesichtspunkte. Sowohl für die Hartkäse, welche durch die ganze Masse gleichmäfsig reifen, als für die Weichkäse, welche durch die ganze Masse hindurch einer gleichmäfsigen Vorbereitung bedürfen, mufs ein geeigneter Milchsäureerreger vorhanden sein. Da die Intensität der Milchsäurebildung und die Nebenwirkung auf die Eiweifskörper bei den einzelnen Milchsäurebakterien sehr verschieden sind, so mufs für jede Käsesorte der geeignete Milchsäure-Organismus ermittelt werden.

Hierbei werden wir vorteilhaft stets von bereits bewährten Käsesorten ausgehen, also ganz ähnlich verfahren müssen, wie es schon in der Bierbrauerei durchgeführt ist. Man wird aber auch ins Auge fassen können, durch planmäfsige Versuche neue Milchsäureerreger einzuführen, mit denen man vielleicht neue und feinere Käsesorten erzielen kann.

Für die Weichkäse ist dann die weitere Aufgabe zu lösen, die gebildete Milchsäure, nachdem die Milchsäurebakterien ihre vorbereitende Thätigkeit in entsprechender Weise ausgeübt haben, zu neutralisieren, bezüglich durch Verbrennen auf das richtige Mafs zurückzuführen.

Dies kann aber in sehr verschiedenartiger Weise geschehen, je nachdem das Endprodukt mehr oder weniger sauer sein soll, so ist z. B. Imperialkäse stets deutlich sauer, Camenbert fast alkalisch, Brie fast neutral, wenn der betreffende Käse das von dem Kenner höchstgeschätzte Stadium erreicht hat

Das Abstumpfen der Säure oder deren Beseitigung ist demnach in erster Linie ein Mittel, um die richtige Reifung einzuleiten.

Man kann nun dieses Ziel selbständig vor der Reifung als Vorbereitung anstreben oder mit der Reifung verbinden.

Zur selbständigen Vorbereitung eignen sich nur solche Organismen, welche auf sauerem Boden gut

wachsen können. Das sind Hefen, Oïdium und Schimmelpilze. In der That finden wir auch diese Keime regelmäfsig oder vielleicht manchmal nur zufällig beim Beginne der Reifung, z. B. Hefen beim Imperial, Oïdium bei Camembert, Limburger, Romadour, und Schimmelpilze bei Brie, Gammelost.

Diese Organismen können zum Teil aber auch das Eiweifs der Käsemasse nach der Neutralisation der Milchsäure durch tryptische Enzyme so angreifen, dafs sie die Käsereifung, die sie durch Neutralisation der Milchsäure eingeleitet haben, auch zu Ende führen. Im reinen Versuche ist dies sicher möglich. Bei Imperial z. B. wird keine gröfsere Reife gewünscht als die durch die Hefen erzielbare; bei Brie-Käse wird, wie oben eingehend dargelegt wurde, die Reifung durch das Penicillium album zu Ende geführt.

In anderen Fällen dagegen haben die auf den saueren Nährböden wachsenden Pilze nur einen vorbereitenden Charakter, und die durch die Neutralisation der Milchsäure an der Oberfläche ermöglichte Reifung wird dadurch herbeigeführt, dafs an der neutral gemachten Oberfläche Bakterien mit tryptischen Enzymen zur Wirkung kommen. In diesem Sinne scheint besonders das in jeder Milch vorhandene Oïdium vorbereitend wirksam zu sein und zwar in ganz vorübergehender Weise bei Camembert, noch mehr aber und wohl bis zum Schlusse bei Limburger und Romadour.

In solchen Fällen sind demnach stets drei Arten von Mikrobien nacheinander notwendig: 1. Milchsäurebakterien, 2. Pilze, 3. peptonisierende Bakterien.

Wählt man aber die Versuchsbedingungen richtig, indem man den peptonisierenden Bakterien von vornherein günstige Bedingungen verschafft, so können diese und die Milchsäurebakterien allein die Reifung herbeiführen, und man kann das Zwischenstadium der neutralisierenden Pilze sogar entbehren, wie dies in der ersten Mitteilung für Camembert als möglich nachgewiesen worden ist.

In zwei ganz von einander abweichenden Typen kann also die Reifung von Weichkäsen verlaufen, auch wenn sie nur durch

zwei Arten von Keimen ausgelöst wird: a) durch Milchsäurebakterien und Pilze (Brie), oder b) durch Milchsäurebakterien und peptonisierende Bakterien (Camembert).

In der Regel aber dürften drei Arten und zwar, wie oben dargelegt, Milchsäurebakterien, Pilze und peptonisierende Bakterien sich antagonistisch, metabiotisch und symbiotisch beteiligen.

Diese Möglichkeiten noch genauer zu prüfen, wird Aufgabe besonderer Versuche sein, welche die Verhältnisse der Praxis und des Grofsbetriebes ins Auge fassen. Endlich wäre noch zu prüfen, in welcher Weise diejenigen Organismen beseitigt oder in Schranken gehalten werden können, deren Anwesenheit oder Überwuchern das Endprodukt schlechter macht, z. B. Oïdium bei Camembert, Penicillium glaucum bei Brie-Käse.

Es wäre nur zu wünschen, dafs sich bei Anwendung dieser Ansichten von Hueppe in der Praxis das deutsche Molkereiwesen lebhafter und erfolgreicher beteiligte, als es bisher der Fall war, nachdem die von Hueppe erdachte und eingeführte Rahmsäuerung in Deutschland kaum beachtet wurde, während sie in Dänemark zu einer national und volkswirtschaftlich ergebnisreichen Reform der Butterbereitung geführt hat. Wie in anderen Zweigen der Gärungsindustrie, mufs auch im Molkereiwesen die Praxis sich viel enger an die Theorie anschliefsen, wenn sie grofse Erfolge erringen will.

Bakteriologische Prüfung desinfizierter Hände mit Hilfe des Paul-Sarweyschen sterilen Kastens nach Desinfektion mit Quecksilbersulfat-Äthylendiamin (Sublamin).

Von

Dr. E. Engels,

Assistenten am hygienischen Institut.

(Aus dem Institut für Hygiene und experimentelle Therapie zu Marburg. Abteilung für Hygiene.)

Eines der ältesten Desinfektionsmittel, die wir besitzen, ist das Sublimat. Wenngleich dasselbe sich, wie zuerst Billroth, Buchholtz, Koch u. a. festgestellt und hervorgehoben haben, durch vorzügliche antiseptische Wirkungen auszeichnet, und wie R. Koch nachgewiesen, noch in einer Verdünnung von 1 : 330000 das Wachstum der Milzbrandbacillen vollständig sistiert und in Lösung von 1 : 1000—5000 in ganz kurzer Zeit die Milzbrandbakterien abtötet, so ist anderseits nicht zu leugnen, dafs gerade das Sublimat auch grofse Nachteile hat. Schon die oben genannten Zahlen beweisen, dafs wir es mit dem Sublimat als mit einem heftigen Gifte zu thun haben. In der That ist das Quecksilberchlorid das giftigste aller bekannten Quecksilbersalze. Selbst bei äufserer Anwendung des Sublimats — dahin rechne ich auch seine Anwendung als Händedesinfiziens — ist äufserste Vorsicht geboten, da schon nach relativ geringen Dosen, besonders bei schwächlichen Individuen, Vergiftungserscheinungen, wie Schwindel, nervöse Unruhe, Mattigkeit, Speichelflufs, ulceröse

Entzündungen der Mundhöhle, des Dickdarmes u. s. w., ja sogar der Tod beobachtet sind.

Aufser diesen Allgemeinerscheinungen vermag das Sublimat auch starke lokale Wirkungen auszuüben. Bekanntlich bestehen dieselben in der Anätzung der Haut, die sich durch Brennen, Jucken, Rauhheit, Sprödigkeit, Erytheme, ja durch gröfsere Ekzeme der Haut bemerkbar machen kann. Dazu kommt noch, dafs bei manchen Menschen direkt eine Idiosynkrasie gegen Sublimat besteht, die die Anwendung desselben von vornherein ausschliefst.

Ein dritter Nachteil des Sublimats ist seine nur geringe Tiefeneinwirkung bei der Desinfektion der Haut.

Man versuchte deshalb Quecksilberverbindungen herzustellen, deren desinfizierende Wirkung der des Sublimats gleichkommen, die jedoch der nachteiligen Eigenschaften des Sublimats entbehren, im Gegenteil sich durch ihre völlige Reizlosigkeit und gröfsere Tiefenwirkung auszeichnen sollten. Solche Verbindungen des Quecksilbers hat man im Laufe der Zeit kennen gelernt und schon verschiedentlich verwertet und erprobt. Ich meine die Äthylendiamin-Verbindungen des Quecksilbers.

Das Äthylendiamin, welches schon als Sibernitrat-Äthylendiamin oder Argentamin besonders als Antigonorrhoicum in der Praxis bekannt ist, auch als Kresamin (Trikresol-Äthylendiamin) Verwendung findet, ist bekanntlich eine organische Base von der Zusammensetzung

$$\begin{array}{l} CH_2 - NH_2 \\ | \\ CH_2 - NH_2. \end{array}$$

Sie ist eine klare, durchsichtige, alkalisch reagierende und im Wasser leicht lösliche Flüssigkeit, die keinerlei Ätzwirkung hat und den mit ihr verbundenen Desinfizientien, wie Versuche mit Argentamin und Kresamin schon gezeigt haben, gestattet, tief in das Gewebe einzudringen.

Das erste auf diese Weise hergestellte Quecksilberpräparat war das Quecksilbernitrat-Äthylendiamin, hergestellt von der chemischen Fabrik auf Aktien (vorm. E. Schering, Berlin).

Dasselbe stellt eine Flüssigkeit dar, die in 100 g der Lösung

10 g zitronensaures Quecksilber,
4 » Äthylendiamin und
86 » Wasser

enthält.

Mit diesem neuen Desinfiziens stellten nun zuerst Kroenig und Blumberg[1]) eingehende Versuche an. Beide Autoren kommen zu dem Schlufs, dafs die Kombination der mechanischen Desinfektion der Hände mit Wasser, Schmierseife und Bürste und der darauf folgenden Einwirkung von Quecksilbersalzlösungen vor der rein mechanischen Desinfektionsmethode (Wasser, Schmierseife und Bürste, Schleichsche Seife etc.) und der Ahlfeldschen Heifswasser-Alkoholmethode einen wesentlichen Fortschritt bilde. Was die Wahl der zu verwendenden Quecksilbersalzlösung angeht, so geben beide Autoren der Quecksilbercitrat-Athylendiaminlösung vor der wäfsrigen Sublimatlösung den Vorzug.

»An Stelle der zur Zeit am meisten verwendeten 1 ‰igen wässrigen Sublimatlösung wird besser eine 3proz. Quecksilbercitrat-Äthylendiaminlösung bei der Desinfektion der Hände vor Operationen verwendet, weil diese sich vor der Sublimatlösung auszeichnet durch das Fehlen jeder Reizwirkung auf die Hautoberfläche, durch das Ausbleiben einer Eiweifs- und Blutfällung und schliefslich durch die, wenigstens bei totem tierischen Gewebe nachgewiesene intensivere Tiefenwirkung.«

Die Versuche wurden in der Universitäts-Frauenklinik zu Leipzig (Prof. Zweifel) angestellt; die Desinfektionsvorschrift war folgende:

Die Hände werden zunächst mit Wasser von 42° C. und Schmierseife unter Anwendung einer Bürste mechanisch 8 bis 10 Minuten lang kräftig gewaschen, darauf nach Abspülung der

1) »Vergleichende Untersuchungen über den Wert der mechanischen und alkoholischen Desinfektion der Hände gegenüber der Desinfektion mit Quecksilbersalzen, speziell dem Quecksilber-Äthylendiamin.« Münchner med. Wochenschr., 1900, Nr. 29 u. 30, und »Beiträge zur Händedesinfektion«, Monographie, 1900, im Verlag von Arthur Georgi.

auf den Händen etwa noch anhaftenden Seife mit Wasser 5 Minuten lang mit 3‰iger wäſsriger Quecksilbercitrat-Äthylendiaminlösung gebürstet.

Zu ganz ähnlichen Resultaten kamen Schenk und Zaufal[1], welche ihre Versuche in dem bakteriologischen Laboratorium der deutschen Universitäts-Frauenklinik (Vorstand: Prof. Sänger) zu Prag anstellten.

Von chemischen Desinfektionsmitteln wurden geprüft: Sublimat, Hydrargyrum oxycyanatum und Quecksilbercitrat-Äthylendiamin. Was letzteres anlangt, so blieben bei sämtlichen 15 mit Lösungen von 1 : 300 angestellten Versuchen und bei sämtlichen sieben Versuchen mit 1 : 1000 alle Platten steril. Dahingegen war das Resultat bei Benutzung ½‰iger Quecksilbercitrat-Äthylendiaminlösungen ein durchaus ungenügendes. Schenk und Zaufal empfehlen daher für die Praxis die 1‰ige Lösung und zwar soll die Desinfektionsanordnung folgende sein:

5 Minuten lange Waschung mit der Sängerschen Sandseife, letztere deshalb, weil sie eine bedeutend tiefere und energischere Wirkung wie die gewöhnliche Schmierseife hat und anderseits die Hände bei der Behandlung mit Sandseife mehr geschont werden; auf diese 5 Minuten dauernde Waschung folgt die Desinfektion mit der möglichst heiſsen Quecksilbercitrat-Äthylendiaminlösung während 3 Minuten.

Wir haben also gesehen, daſs die ersten Versuche sich nur mit der Äthylendiaminverbindung des Quecksilbercitrats beschäftigten. In dem Quecksilbercitrat-Äthylendiamin haben wir aber, wie ich oben schon erwähnt habe, ein flüssiges Desinficiens vor uns. Blumberg[2]) sieht mit Recht darin einen Übelstand, da ein festes Präparat stets handlicher sei als ein flüssiges.

---

1) Weitere Beiträge zur Bakteriologie der mechanisch chemischen Desinfektion der Hände. Münchner med. Wochenschr., 1900, Nr. 49.

2) Experimentelle Untersuchungen über Quecksilbersulfat-Äthylendiamin in fester Form als Desinfektionsmittel für Hände und Haut. Archiv für klinische Chirurgie, Bd. 64, Heft 3, und »Diskussion zu einem Vortrage des Herrn Dr. Schaeffer (Berlin) über Händedesinfektion«. Berliner klin. Wochenschr., 1902, 3. März, S. 197.

Der Scheringschen Fabrik ist es nun gelungen, ein Quecksilber-Äthylendiamin in festem Zustande herzustellen. An die Stelle des Quecksilbercitrats tritt ein anderes Quecksilbersalz, das Quecksilbersulfat. Dieses feste Quecksilbersulfat — Äthylendiamin (bestehend aus drei Molekülen Quecksilbersulfat auf acht Moleküle Äthylendiamin) bildet an sich weifse Nadeln, die in Wasser äufserst leicht mit alkalischer Reaktion löslich sind. Da der Quecksilbergehalt ca. 43 % beträgt, so haben 1,7 g Sublamin denselben Quecksilbergehalt wie 1 g Sublimat. Dieses neue Desinfiziens ist von der chemischen Fabrik unter der kurzen Warenbezeichnung »Sublamin« in den Handel gebracht und zwar in rotgefärbten Pastillen à 1 g, zu 20 Tabletten in einem Glasröhrchen vereinigt. Das Sublamin ist in Wasser aufserordentlich leicht löslich, es zerfällt fast momentan, besonders wenn es mit warmem oder heifsem Wasser zusammengebracht wird.

Blumberg ging bei seinen Versuchen derart vor, dafs zunächst das Quecksilbersulfat-Äthylendiamin in seiner Wirksamkeit mit dem Quecksilbercitrat-Äthylendiamin verglichen wurde. Zur Verwendung gelangten 3 ‰ige Lösungen. Blumberg stellte fest, dafs das Quecksilbercitrat-Athylendiamin selbst in höchsten Konzentrationen (2 %) keinerlei Reizerscheinungen auf der Haut hinterliefs, dafs die desinfizierenden Eigenschaften dieses Präparates denen des Sublimats nicht nachstehen, und dafs die Tiefenwirkung eine gröfsere war als beim Sublimat. Auch das Quecksilbersulfat-Äthylendiamin hinterliefs niemals Spuren von Reizerscheinungen. Die Haut der Hände blieb stets weich und zart.

Die bakteriologische Untersuchungsmethode Blumbergs war folgende:

»Zunächst werden die Hände mit einer Bouillonaufschwemmung des Mikrococcus tetragenus, welche für Mäuse hoch pathogen, für Menschen dagegen nicht pathogen ist, eingerieben und dann 5 Minuten trocknen gelassen. Dann folgt die Desinfektion mit den zu prüfenden Desinfektionsmitteln, darauf werden die Hände mit sterilem Wasser, dann mit steriler Bouillon und schliefslich mit einer eiweifshaltigen Körperflüssigkeit, in

meinen Versuchen sterilem Rinderblutserum, gründlich abgespült. Nun folgt die Entnahme der etwa auf den Händen nun noch befindlichen Bakterien in der Weise, dafs die Hände mit sterilem Marmorstaub und steriler Bouillon mehrere Minuten lang abgerieben und dieser Marmorstaub — Bouillonprefssaft in sterilen Schalen aufgefangen wird. Dieser Prefssaft wird nun einer Anzahl Mäusen zu gleichen Teilen subkutan injiziert. Aus der Zahl der nach der Tetragenus-Septikämie erliegenden Mäuse läfst sich nun ein Schlufs auf die Leistungsfähigkeit des Desinfektionsverfahrens ziehen.« Blumberg schaltet also den Tierversuch in die bakteriologische Prüfung ein, der nach seiner Ansicht einen zuverlässigeren Schlufs auf den Desinfektionswert eines Desinfiziens gestattet.

Nach der Desinfektion mit Quecksilbercitrat-Äthylendiamin wurden acht, nach der Desinfektion mit Quecksilbersulfat-Äthylendiaminlösung zehn Mäuse geimpft und zur Kontrolle drei Mäuse mit Tetragenusseptikämie-Bouillonaufschwemmungen. Das Resultat war derart, dafs die drei mit Tetragenus-Reinkultur geimpften Mäuse schon nach $2\frac{1}{2}$ Tagen starben, während von den sämtlichen anderen 18 geimpften Mäusen keine der Tetragenus-Septikämie erlag, wohl aber ein Teil einer Quecksilber-Intoxikation. In der Milz liefsen sich niemals Tetragenuskokken nachweisen. Sodann nahm Blumberg in gleicher Weise einen Vergleich des Quecksilbersulfat-Äthylendiamins (3 : 1000) mit Sublimat (1 : 1000) vor. Nach der Desinfektion mit Sublamin wurden in zwei Versuchen je neun Mäuse mit der Marmorstaub-Bouillonaufschwemmung geimpft, nach der Desinfektion mit Sublimat ebenfalls neun Mäuse. Die Kontrollmäuse starben schon nach $1-1\frac{1}{2}$ Tagen an typischer Tetragenus-Septikämie, von sämtlichen übrigen Mäusen nur drei, und zwar auch wieder an Quecksilber-Intoxikation und nicht an Tetragenus-Septikämie: zwei Sublimatmäuse nach 2 resp. 4 Tagen nach der Impfung und eine Quecksilbersulfat-Äthylendiamin-Maus nach 13 Tagen.

In einem anderen Versuche, in dem 1‰iges Sublimat zur Verwendung kam, starben von sieben Mäusen fünf — von diesen fünf eine an Tetragenus-Septikämie. Bemerkt sei noch, dafs in

diesem Versuche die Desinfektionsdauer von 5 auf 3 Minuten herabgesetzt war.

Blumberg kommt auf Grund seiner Versuche mit Quecksilbersulfat-Äthylendiamin zu folgenden Schlüssen:

1. Es (das Quecksilbersulfat-Äthylendiamin) steht dem besten der bekannten Desinfektionsmittel, dem Sublimat, an Desinfektionskraft nicht nach.
2. Es hat vor dem Sublimat den Vorzug voraus, dafs es selbst in höchsten Konzentrationen die Haut nicht reizt.
3. Es gewährt infolge seiner Reizlosigkeit die Möglichkeit, in Fällen, wo unsere Hände mit einem hochvirulenten Infektionsstoff in Berührung gekommen sind, durch beliebig hohe Steigerung der Konzentration der Lösung eine noch gröfsere Desinfektionswirkung zu erzielen als mit Sublimat.
4. Es übt voraussichtlich eine viel gröfsere Tiefenwirkung aus als Sublimat.
5. Das Präparat ist ein Salz, das sich momentan, selbst in hohen Konzentrationen, in Wasser löst, während Sublimat, bezw. Sublimatpastillen einer bedeutend längeren Zeit zu ihrer Lösung bedürfen, ein Moment, welches bei der Anwendung des Desinfektionsmittels in der Privatpraxis von grofser Annehmlichkeit ist.

Schliefslich unterzogen auch Paul und Sarwey[1]) das Sublamin einer bakteriologischen Prüfung. Sie kamen zu dem Schlufs, dafs die Sublaminmethode »ungefähr dasselbe leistet wie die Fürbringersche Methode«. Sie gaben jedoch der Sublaminmethode vor der Fürbringerschen noch den Vorzug, da einmal der teuere Alkohol in Wegfall kommt, sodann auch die Hände durch Sublamin in keiner Weise gereizt werden im Gegensatz zum Sublimat. Mit dem Fehlen der Reiz- resp. der Ätzwirkung läfst sich auch das besonders von Haegler betonte Postulat, die Hautpflege, als für die Desinfektionswirkung eines Desinfiziens wichtig, besser erfüllen.

1) Experimentaluntersuchungen über Händedesinfektion. Münchner med. Wochenschr., 1901, Nr. 37 u. 38.

Mit diesem reizlosen Quecksilbersulfat-Äthylendiamin habe nun auch ich in unserem Institute auf Veranlassung von Prof. Bonhoff bakteriologische Prüfungen angestellt. Dieselben lehnen sich eng an die von mir schon vorgenommenen Untersuchungen der Heifswasseralkohol-, der Seifenspiritus-, Formalinalkohol-, Lysoformalkohol-, Bacillol-Desinfektion an, d. h. ich habe mir zur Aufgabe gestellt, die genannte Quecksilber-Äthylendiaminverbindung zunächst in wäfsriger und dann in alkoholischer Lösung auf ihre desinfizierende Wirkung hin zu prüfen.

Vorher habe ich wieder, wie beim Lysoform, die Desinfektionswirkung der Lösungen auf an Granaten angetrockneten Reinkulturen festgestellt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind zusammengestellt in Tabelle I und II.

Tabelle I.

Sublaminwasser 1‰.

Einwirkungszeit in Minuten	½	3	5
Staphylococcus pyogenes aureus	+	+	—
Prodigiosus	+	—	—
Typhusbacillus	+	—	—
Choleravibrio	—	—	—

Sublaminwasser 2‰.

Einwirkungszeit in Minuten	½	3	5
Staphylococcus pyogenes aureus	+	+	—
Prodigiosus	—	—	—
Typhusbacillus	—	—	—
Choleravibrio	—	—	—

Sublaminwasser 3‰.

Einwirkungszeit in Minuten	½	3	5
Staphylococcus pyogenes aureus	+	—	—
Prodigiosus	—	—	—
Typhusbacillus	-	—	—
Choleravibrio	—	—	—

Tabelle II.

Sublaminalkohol 1 $^0/_{00}$.

Einwirkungszeit in Minuten	$^1/_2$	3	5
Staphylococcus pyogenes aureus	+	+	—
Prodigiosus	—	—	—
Typhusbacillus	+	—	—
Choleravibrio	—	—	—

Sublaminalkohol 2 $^0/_{00}$.

Einwirkungszeit in Minuten	$^1/_2$	3	5
Staphylococcus pyogenes aureus	+	—	—
Prodigiosus	—	—	—
Typhusbacillus	—	—	—
Choleravibrio	—	—	—

Sublaminalkohol 3 $^0/_{00}$.

Einwirkungszeit in Minuten	$^1/_2$	3	5
Staphylococcus pyogenes aureus	+	—	—
Prodigiosus	—	—	—
Typhusbacillus	—	—	—
Choleravibrio	—	—	—

Es ist ersichtlich, wie die Wirkung der alkoholischen Flüssigkeit auch hier gewifs nicht zurücksteht gegenüber der wäfsrigen Lösung des Sublamins.

Zu den Hautdesinfektionsversuchen benutzte ich, wie bei allen meinen Nachprüfungen, wiederum den bekannten Paul-Sarweyschen sterilen Kasten. Meine Desinfektionsanordnung gestaltete sich so, dafs ich meine Hände zuerst 5 Minuten lang mit sterilem heifsen Wasser und steriler Seife unter Benutzung einer ebenfalls sterilen Bürste gründlich wusch, sodann die aufgeweichten Hände kräftig mit der Desinfektionsflüssigkeit mit Hilfe eines sterilen Flanellappens bearbeitete. Nach jeder Phase wurde die Keim-

abnahme mit sterilisierten Hölzchen vorgenommen. Die übrige Anordnung, sowie die Sterilisierung sämtlicher Utensilien geschah in genau derselben Weise, wie ich es in meiner ersten hierher gehörigen Arbeit näher beschrieben habe.

Die Fingernägel blieben 2—3 mm lang nach Haeglers Vorschrift stehen.

Meine erste Versuchsreihe beschäftigt sich mit den wäfsrigen Lösungen des Sublamins, welch letzteres mir in bereitwilliger Weise in der obengenannten Tablettenform von der Scheringschen Fabrik zur Verfügung gestellt wurde. Dafs nur sorgfältig sterilisiertes Wasser zu den Lösungen benutzt wurde, ist selbstverständlich. Die Desinfektionsflüssigkeit kam stets in möglichst warmem Zustande zur Verwendung, um die weitere Auflockerung der Haut und das Weichhalten derselben während der ganzen Desinfektionsdauer zu ermöglichen.

Angestellt wurden die Versuche mit 1-, 2- und 3‰igen Sublaminwasserlösungen. Die Resultate dieser Versuchsreihe sind in der folgenden Tabelle niedergelegt.

(Siehe Tabelle III auf S. 388 u. 389.)

Es wurden also insgesamt 15 Versuche mit den wäfsrigen Sublaminlösungen gemacht, fünf mit der 1‰igen, fünf mit der 2‰igen und fünf mit der 3‰igen Lösung.

Das Resultat war folgendes:

	1‰ige Lösung	2‰ige Lösung	3‰ige Lösung
1. Nach der Desinfektion.			
Sterilität	in 5 Fällen 33,3%	in 10 Fällen 66,6%	in 9 Fällen 60,0%
Wenig Keime . .	» 5 » 33,3 »	» 4 » 26,7 »	» 5 » 33,3
Viele Keime . .	» 4 » 26,7 »	» 1 Fall 6,7 »	» 1 Fall 6,7
Sehr viele Keime	» 1 Fall 6,7 »	» 0 Fällen 0,0 »	» 0 Fällen 0,0

2. Nach dem Waschen der Hände im sterilen Kasten.

a) Keimgehalt des Wasserbades.

	1 ‰ige Lösung	2 ‰ige Lösung	3 ‰ige Lösung
rilität	in 1 Fall 20,0 %	in 3 Fällen 60,0 %	in 4 Fällen 80,0 %
nig Keime . .	» 3 Fällen 60,0 »	» 2 » 40,0 »	» 1 Fall 20,0 »
le Keime . .	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 Fällen 0,0 »
r viele Keime	» 1 Fall 20,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »

b) Keimgehalt der gebadeten Hände.

	1 ‰ige Lösung	2 ‰ige Lösung	3 ‰ige Lösung
rilität	in 3 Fällen 20,0 %	in 5 Fällen 33,3 %	in 7 Fällen 46,7 %
nig Keime . .	» 9 » 60,0 »	» 7 » 46,7 »	» 7 » 46,7 »
le Keime . .	» 0 » 0,0 »	» 2 » 13,3 »	» 1 Fall 6,7 »
r viele Keime	» 3 » 20,0 »	» 1 Fall 6,7 »	» 0 Fällen 0,0 »

3. Nach dem Scheuern der Hände.

a) Keimgehalt des Sandbades.

	1 ‰ige Lösung	2 ‰ige Lösung	3 ‰ige Lösung
rilität	in 3 Fällen 60,0 %	in 3 Fällen 60,0 %	in 4 Fällen 80,0 %
nig Keime . .	» 0 » 0,0 »	» 1 Fall 20,0 »	» 1 Fall 20,0 »
le Keime . .	» 0 » 0,0 »	» 0 Fällen 0,0 »	» 0 Fällen 0,0 »
r viele Keime	» 2 » 40,0 »	» 1 Fall 20,0 »	» 0 » 0,0 »

b) Keimgehalt der gescheuerten Hände.

	1 ‰ige Lösung	2 ‰ige Lösung	3 ‰ige Lösung
rilität	in 3 Fällen 20,0 %	in 5 Fällen 33,3 %	in 4 Fällen 26,7 %
nig Keime . .	» 5 » 33,3 »	» 7 » 46,7 »	» 10 » 66,6 »
le Keime . .	» 5 » 33,3 »	» 2 » 13,3 »	» 1 Fall 6,7 »
r viele Keime	» 2 » 13,3 »	» 1 Fall 6,7 »	» 0 Fällen 0,0 »

4. Abschabsel der Hände.

a) Der rechten Hand.

	1 ‰ige Lösung	2 ‰ige Lösung	3 ‰ige Lösung
rilität	in 0 Fällen 0,0 %	in 1 Fall 20,0 %	in 0 Fällen 0,0 %
nig Keime . .	» 3 » 60,0 »	» 4 Fällen 80,0 »	» 5 » 100,0 »
le Keime . .	» 2 » 40,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »
r viele Keime	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »

b) Der linken Hand.

	1 ‰ige Lösung	2 ‰ige Lösung	3 ‰ige Lösung
rilität	in 0 Fällen 0,0 %	in 1 Fall 20,0 %	in 1 Fall 20,0 %
nig Keime .	» 4 » 80,0 »	» 4 Fällen 80,0 »	» 4 Fällen 80,0 »
le Keime . .	» 1 Fall 20,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »
hr viele Keime	» 0 Fällen 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »

Tabelle III. **1-, 2- und 3‰ige Sublamin-Wasserlösungen.**

Bakteriologische Prüfung desinfizierter Hände mit Benutzung des Paul-Sarweyschen sterilen Kastens.

⊖ = steril, ⊕ = viele Keime (20—80)

◑ = wenig Keime (1—20), ● = sehr viele Keime (über 80).

Lfd. Nummer	Versuchs-person	Teile der Hände, welche auf ihren Keimgehalt geprüft werden	Vor der Desinfektion: Keimgehalt der Hände: trocken	Vor der Desinfektion: Keimgehalt der Hände: nach 5 Min. langem Waschen mit steriler Bürste u. steriler Seife in sterilem heißen Wasser	Nach der Desinfektion: Behandeln der Hände mit dem Desinficiens mit Hilfe eines sterilen Flanellappens 5 Min. lang	10 Min. langes Baden der desinfizierten Hände im 42° warmen, sterilen Wasser: Keimgehalt d. Badewassers	10 Min. langes Baden …: Keimgehalt der gebadeten Hände	5 Min. langes Scheuern d. Hände in einem 42° warmen, sterilen Sandbade: Keimgehalt d. Sandbades	5 Min. langes Scheuern …: Keimgehalt der gescheuerten Hände	Abschaben der Hände mit sterilem, scharfen Löffel: Rechte Hand	Abschaben …: Linke Hand
		1‰iges Sublaminwasser.									
1	Dr. Engels	Handoberfläche	⊕	⊕	⊖		◑ 9 3 St.		◑ 4		
		Nagelfalz	⊕	●	⊖	◑ 11 7 St.	◑ 3	⊖	⊖	◑ 8	◑ 1
		Unternagelraum	●	●	⊕		●		⊕		
2	„	Handoberfläche	●	⊕	◑ 3		◑ 1		⊕		
		Nagelfalz	◑	⊕	◑ 3	⊖	●	●	⊕	⊕	◑ 8 1 St.
		Unternagelraum	●	●	⊕		◑ 1		●		
3	„	Handoberfläche	●	●	⊕		● 4		⊕		
		Nagelfalz	●	●	+	●	◑ 1 St.	●	⊕	⊕	⊕
		Unternagelraum	●	●	●		◑ 1		●		
4	„	Handoberfläche	◑	⊕	◑ 1		◑ 11 6 St.		⊖		
		Nagelfalz	◑	●	◑ 2	◑ 2	⊖	⊖	◑ 2	◑ 8	◑ 1
		Unternagelraum	+	●	⊖		◑ 8 3 St.		◑ 1		
5	„	Handoberfläche	+	●	⊖		◑ 1		◑ 8 1 St.		
		Nagelfalz	+	●	◑ 1	◑ 8	⊖	⊖	⊖	◑ 2	◑ 3 2 St.
		Unternagelraum	+	●	⊖		⊖		◑ 3 St.		

1	Dr. Engels	Handoberfläche	●	●	⊕		+		⦹ 1		
		Nagelfalz	●	●	⦹ 2	⦹ 8 3 St.	+	●	●	⦹ 8	⦹ 1 2 St.
		Unternagelraum	●	●	⦹ 1		●		⊕		
2	»	Handoberfläche	●	●	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	⊕	●	⊖	⊖	⦹ 1	⊖	⊖	⦹ 2	⦹ 2
		Unternagelraum	●	●	⊖		⊖		⊕		
3	»	Handoberfläche	⊕	●	⊖		⦹ 1		⊖		
		Nagelfalz	●	+	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⦹ 1
		Unternagelraum	●	●	⦹ 1		⦹ 1		⦹ 1		
4	»	Handoberfläche	⦹	⦹	⊖		⊖		⦹ 2		
		Nagelfalz	⦹	●	⊖	⊖	⦹ 1	⦹ 1	⊖	⦹ 1	⦹ 6 3 St.
		Unternagelraum	⦹	⦹	⊖		⊖		⦹ 1		
5	»	Handoberfläche	⊕	●	⊖		⦹ 6		⦹ 1		
		Nagelfalz	⦹	⊕	⊖	⦹ 3	⦹ 2	⊖	⦹ 2	⦹ 3	⊖
		Unternagelraum	⦹	+	⦹ 10 4 St.		⦹ 1		⦹ 2 1 St.		

3 ‰ iges Sublaminwasser.

1	Dr. Engels	Handoberfläche	⦹	⦹	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	●	⦹	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⦹ 2	⦹ 1
		Unternagelraum	⦹	⦹	⊖		⊖		⦹ 3		
2	»	Handoberfläche	⦹	⊕	⊖		⊖		⦹ 2		
		Nagelfalz	⦹	⦹	⊖	⊖	⊖	⊖	⦹ 1	⦹ 2	⊖
		Unternagelraum	⊕	●	⊖		⊖		⦹ 1		
3	»	Handoberfläche	⦹	⦹	⦹ 1		⦹ 18		⦹ 4		
		Nagelfalz	⦹	⦹	⊖	⦹ 14	⦹ 12	⊖	⦹ 8	⦹ 3	⦹ 8
		Unternagelraum	⦹	⦹	⦹ 5		⦹ 4		⦹ 11		
4	»	Handoberfläche	⦹	⦹	⦹ 1		⦹ 14		⦹ 6		
		Nagelfalz	⦹	⊕	⊖	⊖	⦹ 8	⦹ 12	⦹ 8	⦹ 1	⦹ 14
		Unternagelraum	⦹	⊕	⊕		+		⊕		
5	»	Handoberfläche	⊕	●	⦹ 1		⦹ 3		⊖		
		Nagelfalz	●	●	⊖	⊖	⦹ 4	⊖	⦹ 5	⦹ 1	⦹ 1
		Unternagelraum	⊕	+	⦹ 3		⊖		⊖		

Betrachten wir die vorstehende Tabelle näher, so sehen wir, dafs schon die 1 proz. Sublaminlösung deutlich desinfizierende Wirkung ausgeübt hat. In fünf Fällen = 33,3% wurde sogleich nach der Desinfektion Keimfreiheit erzielt, nur 1 mal = 6,7% über 80 Keime. Aber schon nach der Waschung sehen wir etwas mehr Keime auftreten, desgleichen nach dem Scheuern der Hände; jedoch bleibt in der Mehrzahl der Fälle die Zahl der Kolonien unter 80. Die Tiefenwirkung ist bei dem 1 promilligen Sublamin demnach eine geringe. Was die einzelnen Kolonien auf den Platten angeht, so wurden nur diejenigen Platten auf die Art der gewachsenen Kolonien näher untersucht, welche »wenige« Keime, d. h. unter 20, enthielten. Dabei wurden in jedem Versuche Staphylokokkenkolonien nachgewiesen.

In Versuch 1 zusammen 10 Kolonien,
» » 2 u. 3 je 1 »
» » 4 zusammen 9 »
» » 5 » 6 »

Die untere von zwei Zahlen in der Tabelle gibt jedesmal die Anzahl der Eiterkolonien an.

Das 2‰ige Sublamin hatte gute Resultate. Nach der Desinfektion erreichte ich in zehn Fällen 66,6% Sterilität, über 80 Keime auf einer Platte überhaupt nicht. Auch die Tiefenwirkung des Sublamins in 2‰iger Lösung war eine weitgehende. Nur in drei Fällen im ganzen waren über 80 Keime auf einer Platte zu konstatieren; 17 mal blieb die Platte sogar steril. Auch wurden in dieser Reihe weniger Eitererreger gefunden wie bei den ersteren Versuchen. Im ersten Versuche dieser Reihe waren fünf Staphylokokkenkolonien gewachsen, im vierten Versuch drei und im fünften zusammen fünf Kolonien.

Noch bedeutend günstiger gestaltete sich das Resultat der 3‰igen Sublaminversuche. 60,0% Sterilität wurde sofort nach der Desinfektion erreicht. Auffallend war, dafs in keinem Versuche »sehr viele« Keime gewachsen waren, sondern entweder gar keine oder nur wenige, d. h. unter 20. Im vierten Versuch waren merkwürdigerweise auf drei Platten (auf einer direkt nach der Desinfektion) über 20 Keime nachzuweisen. Die nähere

Untersuchung der Kolonien stellte jedoch nirgends Eitererreger fest. Auch von den drei Platten mit über 20 Keimen wurden eine ganze Reihe Kolonien im gefärbten Präparat untersucht; hier handelte es sich fast ausschliefslich um Sarcinearten. War schon bei Verwendung der 2‰igen Sublaminlösung die Tiefenwirkung eine günstige, so tritt sie bei der 3‰igen noch eklatanter hervor.

Bemerken möchte ich noch, dafs keine der angewandten Lösungen meine Haut auch nur im geringsten angegriffen hat. Die Haut blieb, zumal ich nur warme Desinfektionslösungen gebrauchte, stets weich und glatt.

Das Sublamin verdient daher auch in der gynäkologischen und dermatologischen Praxis angewandt zu werden.

Mit Seifenlösung gibt Sublamin nicht die geringste Fällung, vielleicht leidet also die Desinfektionskraft des Sublamins in Verbindung mit Seife nicht; Nickelinstrumente werden durch Sublaminlösung nicht angegriffen, selbst während einer 24stündigen Einwirkungsdauer nicht, wie ich durch zwei Versuche feststellen konnte.

Meine Resultate stimmen demnach mit denen anderer, insbesondere mit denen Blumbergs, vollkommen überein, obschon unsere Versuchsanordnung eine durchaus verschiedene ist.

Aus meinen Versuchen glaube ich nun folgende Schlüsse ziehen zu dürfen:

1. Das Quecksilbersulfat-Äthylendiamin stellt in 2- und 3‰iger wäfsriger Lösung ein hervorragendes Händedesinfiziens dar, weil es

a) die Haut nicht reizt, keine Ekzemen etc. hervorruft,

b) auch in die Tiefe zu dringen und dort die Keime gröfstenteils abzutöten vermag.

c) in 3‰iger Konzentration auch sämtliche Eitererreger zu vernichten imstande ist.

Die Wirkung der 1‰igen Lösung steht an Wirksamkeit der 2 und 3‰igen bedeutend nach.

Am kräftigsten wirkt die 3‰ige Flüssigkeit.

2. Das Quecksilbersulfat-Äthylendiamin zeichnet sich durch seine schnelle und vollständige Lösung aus.

3. Es ist wegen seiner genannten (1a, 1b, 2) Vorteile anderen Quecksilbersalzen, insbesondere dem Sublimat, vorzuziehen, letzterem auch deshalb schon, weil es vernickelte Instrumente im Gegensatz zu Sublimat nicht angreift und in Verbindung mit seifiger Lösung sein Desinfektionswert aus oben genanntem Grunde nicht herabgesetzt wird.

Hier ist der Ort, um noch zwei für die Beurteilung eines Desinfektionsmittels wichtige Punkte zu erledigen, den Preis und die relative Giftigkeit.

Was die Giftigkeit des Sublamins anbetrifft, so haben wir hier ein wesentlich ungefährlicheres Quecksilberpräparat vor uns, als wir ein solches z. B. im Sublimat besitzen. Wie ich schon erwähnt habe, haben 1,7 g Sublamin denselben Quecksilbergehalt wie 1 g Sublimat. Sublimat ist demnach beinahe doppelt so reich an Quecksilber als das Sublamin. Betrachten wir ferner, dafs die Giftwirkungen sämtlicher Quecksilberverbindungen im wesentlichen auf das Quecksilber zurückzuführen sind, so können wir mit Recht aus diesen theoretischen Erörterungen schon den Schlufs ziehen, dafs das Sublamin infolge seines geringeren Gehalts an Quecksilber auch eine dementsprechend schwächere Giftwirkung an den Tag legen mufs wie das Sublimat.

Sodann möchte ich noch auf die Dresersche[1]) Arbeit im Schmiedebergschen Archiv verweisen. Dort hat Dreser nachgewiesen, dafs den Thiosulfatverbindungen des Quecksilbers in Bezug auf den tierischen und pflanzlichen Organismus eine bedeutend schwächere Wirkung zukommt als dem Sublimat, welches Verhalten er aus der geringen Konzentration der Quecksilberjonen in solchen Lösungen erklärt.

Dreser fafst selbst seine Schlufsfolgerung allgemeiner zusammen in die Worte:

1) Archiv für experimentelle Path. und Pharm., Bd. XXXII, S. 456. Dreser, Zur Pharmakologie des Quecksilbers.

»Für die praktische Medizin ergibt sich aus der vorstehenden pharmakologischen Untersuchung, dafs man vermöge der Affinität des Schwefels im unterschwefligsauren Kali das Quecksilber in Form einer komplexen Quecksilbersäure in den Organismus hineinbringen kann, ohne lokal Reiz- oder Ätzwirkungen hervorzurufen.«

Um mich nun von der Giftwirkung des Sublamins selbst zu überzeugen, stellte ich Tierversuche an, indem ich verschiedene grofse Dosen des Desinfiziens Mäusen von ca. 20 g Gewicht subkutan injizierte. Gleichzeitig wurden in derselben Weise Versuche mit Sublimat gemacht.

Das Resultat der Impfungen war folgendes:

I. Sublimatversuche.

Maus 1 erhält am 20. VI. 02 injiziert 0,0005 g Sublimat. Tod nach ca. 12 Stunden. Sektion ergibt starke Injektion des Darmes; sonst nichts Besonderes.

Maus 2. Injektion von 0,0001 g Sublimat am 20. VI. 02. Tod nach 20 Stunden. Sektion ergibt nichts Wesentliches.

Maus. 3. 23. VI. 02 Injektion von 0,00001 g Sublimat unter die Haut. Bleibt am Leben, trotzdem mehrere Tage Krankheitserscheinungen wie Mattigkeit, Nachschleppen der Glieder etc. zu beobachten waren.

Maus 4. 23. VI. 02 erhält sie injiziert 0,000001 g Sublimat. Maus bleibt gesund, zeigt keine toxischen Erscheinungen.

Es ergibt sich aus den vorstehenden Experimenten, dafs eine Dosis von $^1/_{10}$ mg Sublimat für Mäuse tödlich ist.

Eine Injektion von 0,00001 g Sublimat macht die Tiere auf alle Fälle krank, während noch kleinere Mengen wie 0,000001 g ohne Reaktion vertragen werden.

Demnach haben wir für eine Maus: als dosis letalis: $^1/_{10}$ mg = 0,0001 g Sublimat, und als dosis toxica: $^1/_{100}$ mg = 0,00001 g Sublimat festzuhalten.

Mit Sublamin geimpft wurden in derselben Weise wie die Sublimatmäuse sechs Mäuse am 25. VI. 02.

2. Sublaminversuche.

Maus 1 erhält injiziert 0,001 g Sublamin. Tod nach 20 Stunden; Sektion negativ.

Maus 2 bekommt ebenfalls 0,001 g Sublamin; stirbt nach 3 Tagen; Sektion negativ.

Maus 3 und 4 werden mit 0,0001 g Sublamin geimpft; keine Krankheitserscheinungen.

Maus 5. Injektion von 0,00002 g Sublamin; bleibt am Leben; desgleichen

Maus 6. Injektion von 0,000002 g Sublamin.

Ich möchte bemerken, dafs Maus 1 und 2 sehr junge und leichte Tiere waren, die naturgemäfs entsprechend weniger widerstandsfähig sind.

Wir haben oben gesehen, dafs die minimaltödliche Dosis Sublimat für eine Maus $^1/_{10}$ mg ist.

Dahingegen zeigen die beiden Mäuse, die dieselbe Dosis Sublamin injiziert erhalten haben (Maus 3 und 4) keinerlei Krankheitserscheinungen.

Die Dosis letalis liegt beim Sublamin viel höher, nach meinen Versuchen bei 1 mg = 0,001 g, also der zehnfachen Menge derjenigen Dosis Sublimat, die für Mäuse unter allen Umständen tödlich ist. Entspricht nun, wie ich schon erwähnt, 1,7 g Sublamin 1,0 g Sublimat, was den Gehalt an Quecksilber angeht, so kommt die Wirkung von 0,001 g Sublamin gleich der von 0,00058 g Sublimat.

Nun waren nach obigen Tierversuchen nicht nur 0,0005 g Sublimat tödlich für eine Maus, sondern schon der fünfte Teil dieser Dosis, nämlich 0,0001.

Daraus geht hervor, dafs zum Töten einer Maus vom Sublimat fünfmal weniger genommen werden braucht als vom Sublamin, dafs also das Sublimat für weifse Mäuse um das Fünffache giftiger ist als das Sublamin.

Der Preis des Sublamins stellt sich etwas höher als der des Sublimats.

Sublimatpastillen, à 0,5 g Sublimat enthaltend:

1 Stück	. . . . .	10 Pf.
10 »	. . . . .	50 »
100 »	. . . . .	250 »

Sublimatpastillen, à 1 g Sublimat enthaltend:

1 Stück	. . . . .	10 Pf.
10 »	. . . . .	75 »
100 »	. . . . .	300 »

Dahingegen kosten die Sublamintabletten per Karton à fünf Tuben à 20 Stück 6 Mk.

Das Sublamin ist demnach vorläufig pro Pastille noch um die Hälfte teurer als das Sublimat.

Es soll nun meine zweite Versuchsreihe folgen, die sich mit den alkoholischen Sublaminlösungen beschäftigt. Zur Verwendung gelangte nur unser ca. 99 proz. Alkohol. Demselben wurde so viel von dem Quecksilbersulfat-Äthylendiamin zugesetzt, dafs eine 1,2 resp. 3‰ige Lösung dieses Salzes entstand, die der Reihe nach der Prüfung unterzogen wurden. Die Versuchsanordnung wurde nicht geändert.

Beachtenswert ist die schwere Löslichkeit der Sublaminpastillen in Alkohol. In angewärmtem Alkohol löst sich nur ein Teil der Tabletten, der bei weitem gröfsere Teil mufs durch Zerreiben zwischen den Fingern zerkleinert werden; aber auch dann bleiben noch pulverige kleine Teilchen als im Alkohol unlösbar zurück. Noch schwieriger gestaltet sich die Lösung in kaltem Alkohol. In diesem ist jegliche Lösung nach meinen Erfahrungen ohne manuelles Zerkleinern unmöglich. Nach dem Zerdrücken und Pulverisieren mit Hilfe zweier Finger verändert sich das Sublamin in 99 proz. Alkohol zu einer rötlichen, stark getrübten Flüssigkeit, die nach kurzem Stehen einen rötlichen Niederschlag absitzen läfst, während der überstehende rötlich gefärbte Alkohol noch flockige weifsliche Massen enthält, die erst nach längerem Stehen sedimentieren. Auch wenn man eine Tablette (à 1 g) Sublamin in 37° C. warmem Wasser, ca. 1 ccm, löst, was glatt von statten geht, fällt beim Eingiefsen in grofse Mengen absoluten Alkohols das gelöste Salz, wie es scheint, völlig aus. Das gleiche Resultat erhält man übrigens bei Verwendung von Kochsalz, das man in wenig Wasser löst und in $^1/_2$ l absoluten Alkohol eingiefst. Zusatz von Wasser zu der alkoholischen Suspension des Sublamins läfst auch bei Zufügung gleicher Volumen Wasser eine wesentliche Verbesserung der Lösungsverhältnisse nicht erkennen.

Um festzustellen, ob in dem Alkohol vielleicht doch ein Teil des zugefügten Quecksilbersalzes in Lösung sei, habe ich

die Suspension filtriert (Filtermaterial = 0,6825 g), den opaleszierenden Alkohol, der keine mit bloſsem Auge erkennbaren festen Partikel mehr enthielt, während 24 Stunden absitzen lassen, wobei sich ein neuer beträchtlicher rötlicher Bodensatz (= 0,3154 g) bildete, und in den klaren Alkohol ebenso wie in die wäſsrigen Lösungen des auf dem Filter zurückgebliebenen Materials und des Bodensatzes Messingblech mehrere Stunden eintauchen lassen. Die drei getrockneten Messingbleche, die schon dem bloſsen Auge eine Abstufung an niedergeschlagenem Quecksilber erkennen lieſsen derart, daſs das Filtermaterial sehr viel, der Alkohol gar kein Hg enthalten muſste, während in dem Bodensatz wohl eine Spur des Metalls noch vorhanden war, wurden dann im Reagensglase erhitzt und eine Spur festen Jods zugefügt. Dabei zeigte sich, daſs der Alkohol nach 24stündigem Stehen thatsächlich frei von dem Salz war, es bildete sich keine Spur von Jodquecksilber; in dem Filtermaterial war reichlich, in dem Bodensatz immer noch so viel vorhanden, daſs eine deutliche Reaktion von rötlichem Niederschlag an den kalten Wänden des Reagensglases auftrat.

Daraus folgt also, daſs wenigstens ein Teil des Quecksilbersalzes kurze Zeit nach Auflösung der Tabletten in Lösung gegangen war.

Wenn ich trotz dieser Schwierigkeiten Versuche mit alkoholischen Sublaminlösungen angestellt habe, so geschah es wesentlich aus dem Grunde, um zu sehen, ob die Tiefenwirkung der alkoholischen Sublaminlösung eine gesteigerte sei und ob eventuell nicht schon geringere als 3‰ige Lösungen gute Resultate liefern. Wie ich oben erwähnt habe, fielen die Versuche mit 1‰iger wäſsriger Sublaminlösung wesentlich schlechter aus als die mit 2 und 3‰igen Lösungen.

Schlieſslich ist noch zu erwähnen, daſs auch die Sublamin-Alkohollösungen die Nickelinstrumente nicht schädigen.

Ich lieſs eine Schere und ein Messer 24 Stunden in einer 2‰igen alkoholischen Sublaminlösung liegen und konnte feststellen, daſs die Instrumente in keiner Weise nachteilige Veränderungen durch die Lösung erlitten hatten.

Ich lasse in der folgenden Tabelle die Resultate der Sublamin Alkoholversuchsreihe folgen:

(Siehe Tabelle IV auf S. 398 u. 399.)

Das Resultat meiner Sublamin-Alkoholversuche war demnach folgendes:

	1 ‰ige Lösung	2 ‰ige Lösung	3 ‰ige Lösung
1. Nach der Desinfektion.			
Sterilität . .	in 12 Fällen 80,0 %	in 15 Fällen 100,0 %	in 15 Fällen 100,0 %
Wenig Keime	» 3 » 20,0 »	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »
2. Nach dem Waschen der Hände im sterilen Kasten.			
a) Keimgehalt des Badewassers.			
Sterilität . .	in 3 Fällen 60,0 %	in 4 Fällen 80,0 %	in 5 Fällen 100,0 %
Wenig Keime	» 2 » 40,0 »	» 1 Fall 20,0 »	» 0 » 0,0 »
b) Keimgehalt der gebadeten Hände.			
Sterilität . .	in 12 Fällen 80,0 %	in 12 Fällen 80,0 %	in 12 Fällen 80,0 %
Wenig Keime	» 3 » 20,0 »	» 3 » 20,0 »	» 3 » 20,0 »
3. Nach dem Scheuern der Hände.			
a) Keimgehalt des Sandbades.			
Sterilität . .	in 5 Fällen 100,0 %	in 5 Fällen 100,0 %	in 2 Fällen 40,0 %
Wenig Keime	» 0 » 0,0 »	» 0 » 0,0 »	» 3 » 60,0 »
b) Keimgehalt der gescheuerten Hände.			
Sterilität . .	in 13 Fällen 86,7 %	in 15 Fällen 100,0 %	in 12 Fällen 80,0 %
Wenig Keime	» 2 » 13,3 »	» 0 » 0,0 »	» 3 » 20,0 »
4. Abschabsel von den Händen.			
a) Rechte Hand.			
Sterilität . .	in 4 Fällen 80,0 %	in 5 Fällen 100,0 %	in 3 Fällen 60,0 %
Wenig Keime	» 1 Fall 20,0 »	» 0 » 0,0 »	» 2 » 40,0 »
b) Linke Hand.			
Sterilität . .	in 3 Fällen 60,0 %	in 4 Fällen 80,0 %	in 4 Fällen 80,0 %
Wenig Keime	» 2 » 40,0 »	» 1 Fall 20,0 »	» 1 Fall 20,0 »

Tabelle IV. **1-, 2- und 3‰ ige Sublamin-Alkohollösungen.**

Bakteriologische Untersuchung desinfizierter Hände mit Benutzung des Paul-Sarweyschen sterilen Kastens.

⊖ = steril, ⊕ = viele Keime (20—80),
◔ = wenig Keime (1—20), ● = sehr viele Keime (über 80).

Lfd. Nummer	Versuchs-person	Teile der Hände, die auf ihren Keimgehalt geprüft werden	Vor der Desinfektion		Nach der Desinfektion						
			Keimgehalt der Hände		Behandeln der Hände mit dem Desinfiziens mit Hilfe eines sterilen Flanellappens 5 Min. lang	10 Min. langes Baden der desinfizierten Hände im 42° warmen, sterilen Wasser		5 Min. langes Scheuern d. Hände in einem 42° warmen, sterilen Sandbade		Abschaben der Hände mit sterilem, scharfen Löffel	
			trocken	nach 5 Min. langem Waschen mit steriler Bürste u. steriler Seife in sterilem heißen Wasser		Keimgehalt d. Badewassers	Keimgehalt der gebadeten Hände	Keimgehalt d. Sandbades	Keimgehalt der gescheuerten Hände	Rechte Hand	Linke Hand
			1‰ iger Sublaminalkohol.								
1	Dr. Engels	Handoberfläche	●	●	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	●	●	⊖	◔ 1	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	●	●	⊖		⊖		◔ 1		
2	»	Handoberfläche	◔	⊕	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	◔	⊕	◔ 1	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	◔ 1
		Unternagelraum	●	⊕	⊖		⊖		⊖		
3	»	Handoberfläche	◔	◔	⊖		◔ 1		⊖		
		Nagelfalz	◔	◔	⊖	⊖	◔ 1	⊖	⊖	◔ 1	◔ 1
		Unternagelraum	◔	◔	⊖		◔ 2		⊖		
4	»	Handoberfläche	◔	◔	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	◔	●	⊖	⊖	⊖	⊖	◔ 2	⊖	⊖
		Unternagelraum	◔	●	⊖		⊖		⊖		
5	»	Handoberfläche	⊕	●	◔ 1		⊖		⊖		
		Nagelfalz	●	●	⊖	◔ 1	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	⊕	●	◔ 1		[illegible]		[illegible]		

1	Dr. Engels	Handoberfläche	◔	◔	⊖		1 St.		⊖		
		Nagelfalz	⊕	◔	⊖	◔ 1 St.	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	⊕	◔	⊖		⊖		⊖		
2	»	Handoberfläche	◔	◔	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	◔	◔	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	◔	◔	⊖		◔ 1		⊖		
3	»	Handoberfläche	◔	⊕	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	◔	◔	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	◔ 1
		Unternagelraum	⊕	◔	⊖		⊖		⊖		
4	»	Handoberfläche	⊕	●	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	⊕	⊕	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	⊕	⊕	⊖		◔ 1		⊖		
5	»	Handoberfläche	●	●	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	◔	●	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	⊕	●	⊖		⊖		⊖		

3 ‰iger Sublaminalkohol.

1	Dr. Engels	Handoberfläche	●	◔	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	●	◔	⊖	⊖	◔ 1	⊖	◔ 1	⊖	◔ 1
		Unternagelraum	●	◔	⊖		◔ 1		⊖		
2	»	Handoberfläche	◔	◔	⊖		⊖		◔ 1		
		Nagelfalz	●	●	⊖	⊖	⊖	◔ 1	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	⊕	●	⊖		⊖		◔ 2		
3	»	Handoberfläche	◔	◔	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	◔	◔	⊖	⊖	⊖	◔ 1 St.	⊖	⊖	⊖
		Unternagelraum	◔	◔	⊖		⊖		⊖		
4	»	Handoberfläche	◔	⊕	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	◔	⊕	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	◔ 1	⊖
		Unternagelraum	⊕	◔	⊖		⊖		⊖		
5	»	Handoberfläche	◔	●	⊖		⊖		⊖		
		Nagelfalz	⊕	●	⊖	⊖	⊖	◔ 1	⊖	◔ 1	⊖
		Unternagelraum	◔	⊕	⊖		◔ 1		⊖		

Der Desinfektionserfolg der alkoholischen Lösungen des Quecksilbersulfat-Äthylendiamin ist, wie die obigen Zahlen beweisen, ein überraschend günstiger. Schon die 1 ‰ige Sublamin-Alkoholflüssigkeit wirkte so stark baktericid, daſs nur hier und da eine einzelne Kolonie auf den Platten zur Entwicklung gekommen ist. Von sämtlichen Platten, die nach der Einwirkung des Desinfiziens gegossen wurden, weisen nur drei die Entwicklung einer Kolonie auf und zwar je einer einzigen. Auch die Keimabnahme nach dem Baden zeigt, sowohl was das Badewasser als auch die gebadeten Hände anbelangt, das schöne Resultat von 60,0 bezw. 80,0 % Sterilität bei 80,0 % Sterilität sofort nach der Desinfektion. Das Sandbad blieb in sämtlichen Versuchen = 100,0 % steril. Das Resultat der Keimabnahme von den Händen nach dem Scheuern ist noch etwas besser als das nach der Desinfektion gewonnene Resultat. Sandbad 100,0 % Sterilität. Keimgehalt der gescheuerten Hände 86,7 % Sterilität. Die abgekratzten Teile der Hände zeigten hier und da eine Kolonieentwicklung. Wenn wir weiter betrachten, daſs unter den aufgegangenen Keimen nirgends eitererregende Bakterien nachgewiesen waren, so können wir dem Sublamin in alkoholischer Lösung und zwar schon im Verhältnis 1 : 1000 eine überaus stark baktericide Wirkung nicht absprechen. Die keimtötende Eigenschaft ist es jedoch nicht allein, die sofort ins Auge fällt, überraschend ist noch mehr die günstige Tiefenwirkung unserer Desinfektionsflüssigkeit. Welches Agens hier die vermittelnde Rolle spielt und dem eigentlichen Desinfiziens gestattet, weit in die Haut einzudringen und hier seine keimvernichtenden Eigenschaften zu entfalten, soll noch unten näher erörtert werden.

Ein vergleichender Blick auf beide Tabellen dieser Arbeit genügt, um die verschiedenartige Wirkung der 1 ‰igen alkoholischen Sublaminlösung gegenüber der gleich prozentuierten wäſsrigen Flüssigkeit darzuthun. Nicht nur der Prozentsatz der sterilen Platten ist bei Benutzung wäſsriger Sublaminlösung ein wesentlich geringerer, wir haben auch bei letzteren noch Platten zu verzeichnen gehabt mit »vielen« und sogar »sehr vielen«

Keimen, und das nicht allein nach dem Bade und nach dem Scheuern der Hände, selbst nach der Einwirkung des Desinfiziens, wo es sich doch um die Abtötung relativ oberflächlich auf der Hand gelegener Keime handelte.

Noch auffallender ist das Desinfektionsresultat der 2‰igen Sublamin-Alkohollösung. Haben wir hier doch in vier Versuchsphasen nicht weniger als 100,0% Keimfreiheit erzielt. Nicht nur die Keimabnahme von der desinfizierten Hand blieb in allen Versuchen ohne Erfolg, d. h. es konnten keine lebenden Keime von der Haut auf den Nährboden übertragen werden, auch in den tieferen und tiefsten Schichten hatte die 2‰ige alkoholische Quecksilberlösung derart wirken können, dafs die vom Sandbade gegossenen Platten stets steril blieben, von den gescheuerten Händen keine Bakterien entnommen werden konnten und die mit dem scharfen Löffel von der rechten Hand abgeschabten Teile — es handelte sich nicht selten sogar um kleine Hautläppchen — keine lebenden Mikroorganismen mehr enthielten. In dieser ganzen Versuchsreihe sind im ganzen nur fünf Kolonien nach der Einwirkung des Desinfiziens gewachsen, im ersteren Versuche zwei, im zweiten eine und im dritten und vierten je eine. Der fünfte Versuch fiel am besten aus: Auf keiner einzigen Platte sind Keine zur Entwicklung gekommen. In diesem Falle ist es mir geglückt, völlige Keimfreiheit auf sämtlichen Platten zu erzielen. Wenngleich ich hier zum ersten Male bei meinen oft wiederholten Desinfektionsversuchen die Überraschung habe erleben können, meine Hände völlig keimfrei gemacht zu haben, so mufste ich — sicherlich nicht zu meiner Freude — die Erfahrung machen, dafs es sich bei den beiden Kolonien des ersten Versuches um deutliche Kokkenformen handelte. Jedoch lagen dieselben so oberflächlich und zwar schon am Tage nach dem Versuche, dafs ich die Möglichkeit wenigstens erwähnen möchte, dafs diese beiden Eiterkeime beim Giefsen der Platten aus der Luft dem Nährboden übertragen worden sind. Ich glaube zur Stütze dieser Ansicht noch anführen zu dürfen, dafs in den vier anderen Versuchen mit 2‰igen Sublamin-Alkohollösungen keine eitererregenden Bakterien gewachsen und auch in der ersten Reihe mit 1‰iger

Lösung von Quecksilber in Alkohol keine Kokken zur Entwicklung gekommen sind.

Ziehen wir kurz noch eine Parallele zwischen diesen Versuchen und den mit 2‰iger wäfsriger Sublaminlösung, so zeigt uns die Tabelle 1 allerdings einige weifse Felder, welche Sterilität bedeuten; in der Mehrzahl der Fälle jedoch waren Keime nachzuweisen, auf verschiedenen Platten sogar über 80, und in einer ganzen Reihe zwischen 20 und 80. Die übrigen Platten entwickelten nur vereinzelte Keime, des Näheren mufs ich auf die obigen Tabellen verweisen.

Wir kommen jetzt zu der letzten Reihe meiner Sublaminversuche, zu den Versuchen mit 3‰iger alkoholischer Quecksilbersulfat-Äthylendiaminlösung. Die Oberflächenwirkung dieser Desinfektionsflüssigkeit kann ebenfalls wie die der 2‰igen Lösung als eine vollkommene bezeichnet werden. Nach der Desinfektion waren mit den Hölzchen keine Keime von den behandelten Händen zu entnehmen. Auch das Waschwasser erwies sich noch steril in allen Fällen. Jedoch scheint der 3‰igen Sublamin-Alkohollösung die Tiefenwirkung der 2‰igen nicht in dem Mafse wie letzterer eigen zu sein. Zu meinem Erstaunen nahm die Zahl der Platten »mit wenigen Keimen« zu. Wenngleich es sich allerdings nur um eine ganz geringe Differenz handelt — 12 Platten mit »wenigen Keimen« im Gegensatz zu nur fünf bei der vorigen Versuchsreihe mit 2‰iger Sublamin-Alkohollösung —, so machte mich dieser Unterschied doch etwas stutzig, zumal die Quantität der desinfizierenden Substanzen vermehrt worden war, und man demnach an eine entsprechend gröfsere bakterizide Wirkung hätte denken sollen. Welche Umstände jedoch in solchen Fällen die Qualität einer Desinfektionsflüssigkeit beeinflussen, ist uns leider zum grofsen Teile noch unbekannt.

Die gewachsenen Kolonien dieser Reihe verteilen sich ziemlich gleichmäfsig auf die fünf Versuche. Auch hier konnte ich in einem Fall, und zwar im dritten Versuche, mit 3‰ Sublamin-Alkohol einmal Staphylokokken nachweisen. Es war die einzigste Kolonie dieses Versuches. Auch diese Kolonie war schon sofort

am folgenden Tage nach dem Versuche auf der Oberfläche des Agars. Ich halte auch diese ebenfalls aus dem oben erwähnten Grunde für eine zufällige und unwillkommene Zugabe aus der Luft, da ich bei den Hunderten von Platten, die ich im Laufe meiner monatelangen Versuche zu giefsen gehabt, stets die Erfahrung gemacht habe, dafs sich die Keime — wenigstens war das so bei den Platten, die nur einige wenige Kolonien enthielten — gewöhnlich erst am 3.—4. Tage deutlich an der Oberfläche zeigten. Es ist dies auch ganz verständlich, wenn wir bedenken, dafs die Bakterien vor dem Giefsen der Platten in einer Flüssigkeit suspendiert sind, womöglich durch das angewandte Desinfiziens noch in irgend einer, vielleicht das Wachstum anfangs hemmenden Weise alteriert sind, weshalb sie erst allmählich sich erholen und zur Entwicklung kommen können.

Das Ergebnis der Desinfektionsversuche mit Sublamin-Alkohol ist also ein ganz vorzügliches zu nennen, so gut, wie wir es nach dem heutigen Stande unserer Desinfektionskenntnisse nicht besser verlangen können und dürfen. Das Resultat der geprüften 1 bis 3‰igen Quecksilber-Alkohollösungen und zwar vor allem des Sublamin-Alkohols in seiner 2‰igen Lösung (s. besonders Versuch 5 mit vollkommen sterilen Platten) kann in uns mit Recht den Glauben erwecken, dafs nochmal eine Zeit kommen wird, wo wir mit Hilfe bestimmt zusammengesetzter Desinfektionsgemische doch eine vollständige Keimfreiheit der Hände erreichen können. Die Möglichkeit ist, wenigstens nach meinen Versuchen, nicht von der Hand zu weisen, vorausgesetzt, dafs wir zwecks Desinfizierung bei Desinfektionsgemischen bleiben und uns nicht mit den einfachen, bekannten Desinfektionsflüssigkeiten begnügen, deren Wirkung keine genügende Garantie für eine wesentliche Keimverringerung gibt.

Die Resultate der Sublamin-Alkoholversuche sind demnach kurz folgende:

1. Sublamin, in 1-, 2- und 3‰iger Konzentration zu ca. 99 proz. Alkohol zugesetzt, gibt aufserordentlich günstige Desinfektionsflüssigkeiten, weil sie

a) sehr stark bakterizide Eigenschaften haben,

b) imstande sind, letztere nicht nur auf die Oberflächenkeime, sondern auch auf die in der Tiefe der Haut gelegenen Bakterien einwirken zu lassen.

Die 2‰ige Lösung ist für den Gebrauch am meisten zu empfehlen, da sie die besten Erfolge, wie auch die gröfste Tiefenwirkung besitzt.

2. Die Sublamin-Alkohollösungen reizen die Haut in keiner Weise, lockern das Gewebe vielmehr auf und machen die Haut geschmeidig.

3. Dieselben greifen auch vernickelte Instrumente, Holzgriffe etc. nicht an.

4. Die Sublaminpastillen sind in Alkohol nur zum Teil löslich. Es wäre deshalb wünschenswert, wenn dieser Schwerlöslichkeit der Sublamintabletten in Alkohol in irgend einer, die Desinfektionskraft des Sublamins nicht beeinträchtigenden Weise abgeholfen werden könnte.

Es fragt sich nun, können wir eine Erklärung für die hohe Desinfektionswirkung des Sublamins in Verbindung mit Wasser und besonders mit ca. 99 proz. Alkohol geben oder nicht?

Wir müssen dabei auf die chemische Zusammensetzung des Sublamins zurückgreifen. Sublamin ist eine Verbindung von Quecksilbersulfat mit Athylendiamin und zwar drei Moleküle Quecksilbersulfat mit acht Molekülen Athylendiamin. Die Hauptrolle spielt nun bei der Tiefenwirkung der Sublaminlösungen meines Erachtens das Athylendiamin. Das Äthylendiamin ist eine organische Base und stellt eine klare, farblose, leicht lösliche Flüssigkeit dar, die alkalische Reaktion und deutlichen Geruch nach Ammoniak zeigt. Es leitet sich von Ammoniak ab, derart, dafs in zwei Molekülen NH_3 je ein H-Atom durch ein Alkylen, also ein zweiwertiges Alkoholradikal, in unserem Falle durch das Alkylen des Athan, das Athylen ersetzt wird. Daher haben wir für das Athylendiamin die Strukturformel: $H_2N - C_2H_4 - NH_2$. Wir haben demnach in dem Äthylendiamin, was nach der Ableitung sofort verständlich ist, eine alkalische Flüssigkeit vor uns.

Die alkalisch reagierenden Verbindungen haben nun bekanntlich — allerdings in verschiedenem Grade — die Eigenschaft, Eiweifsstoffe und andere gewebebildende Substanzen durch Aufquellung zu verändern. Sie wirken nicht nur ablösend auf eingetrocknete Absonderungsprodukte, z. B. der Haut, sondern auch in erhöhtem Mafse erweichend auf die Epidermis, wohingegen die Atz- und Reizwirkung sehr, unter Umständen fast ganz zurücktritt. Machen wir nun die Anwendung auf das Äthylendiamin, so liegt es auf der Hand, dafs dasselbe, wie alle alkalischen Flüssigkeiten, die Epidermis aufzuweichen vermag; dadurch werden die Zellen der obersten Hautschichten auseinandergedrängt, die Intercellularbrücken werden deutlicher sichtbar und den mit dem Athylendiamin kombinierten Desinfizientien, in unserer Zusammenstellung also dem Quecksilber einerseits und dem Alkohol anderseits, ist die Möglichkeit gegeben, auf dem bezeichneten Wege tief in die Haut einzudringen und überall abtötend und vernichtend auf die vorhandenen Mikroorganismen einzuwirken. So würden sich meine guten Resultate mit Sublamin-Alkohol ebenso wie die ähnlichen Resultate, die ich, wie in meinen früheren Desinfektionsarbeiten von mir mitgeteilt ist, mit Lysoform- und Bacillol-Alkohol erhalten habe, erklären. Hier ist an die Stelle von Athylendiamin ein anderes Alkali getreten, nämlich die Verbindung der Alkalien mit Fettsäuren, die Seifen. Die Wirkung ist dieselbe, wie ich sie soeben geschildert habe.

Erhebliche Schwierigkeiten bereitet aber bei dieser Auslegung der Dinge die oben erwähnte Thatsache, dafs das Sublamin in dem Alkohol eine Lösung kaum erfährt. Wir kennen indessen eine Erfahrung, die uns gestattet, wenigstens bis zu einem gewissen Grade einen Einblick in die hier vorliegenden Verhältnisse zu thun.

Im Jahre 1883 hat Unna im C. f. B. mitgeteilt, dafs diejenigen Farblösungen auf Bakterienmaterial die stärkste tingierende Kraft ausüben, die den Farbstoff in schlechter Lösung enthalten, ohne dafs der Farbstoff ausgefällt sei. Das ist z. B. der Grund, weshalb die Anilinwasserfarbstoffe so intensive färberische Wirkung gegenüber dem Karbolfuchsin zeigen. Etwas Ähnliches

finden wir bei Farbstoffen, die nach Kühne mit Alkalien (NaOH) versetzt sind. Wir sind der Ansicht, daſs es sich bei der eigentümlich starken Wirkung des Sublamins nicht nur, sondern auch der anderen Desinfizientien in alkalischer Lösung um „**Schwebefällung**“ handelt.

Nun sei es mir noch gestattet, die Resultate sowohl der Sublaminwasser-Reihe, als der Sublaminalkohol-Lösungen kurz zusammen- und einander gegenüber zu stellen.

Dabei sollen die Ergebnisse, d. h. die Anzahl der sterilen Platten, der Platten mit »wenigen«, »vielen« und »sehr vielen« Keimen von der Desinfektion bis zum Schluſs eines Versuchs jedesmal zusammengenommen, in Prozenten ausgedrückt werden, da sich die Resultate dann besser überblicken lassen.

Folgende Tabelle soll die Ergebnisse veranschaulichen:

Desinfiziens	Sterilität	Wenig Keime	Viele Keime	Sehr viele Keime
1 ‰iges Sublaminwasser . . .	23,1 %	44,6 %	18,5 %	13,8 %
2 » » . . .	43,1 »	44,6 »	7,7 »	4,6 »
3 » » . . .	44,6 »	50,8 »	4,6 »	—
1 ‰iges Sublaminalkohol . . .	80,0 »	20,0 »	—	—
2 » » . . .	92,3 »	7,7 »	—	—
3 » » . . .	81,5 »	18,5 »	—	—

Eines Kommentars zu dieser Zusammenstellung bedarf es meiner Ansicht nach nicht. Doch will ich an dieser Stelle noch einmal besonders darauf hinweisen, daſs die Wirkung des Alkohols allein, gegenüber derjenigen der Sublaminalkohol-Kombination, eine wesentlich schlechtere ist, wie aus der Tabelle in meiner ersten Arbeit, die die Resultate der Heiſswasseralkohol-Desinfektion und Seifenspiritus-Desinfektion bringt, zur Genüge hervorgeht. Ich verzichte auf eine Wiederholung der groſsen Tabellen, möchte aber die zusammenstellenden Zahlen ins Gedächtnis zurückrufen:

Desinfiziens	Sterilität	Wenig Keime	Viele Keime	Sehr viele Keime
Heiſswasser-Alkohol	29,1 %	64,3 %	6,1 %	0,4 %
Seifenspiritus	3,5 »	20,7 »	57,3 »	18,3 »

Mit diesen Versuchen über die Kombination von Sublamin mit Alkohol habe ich meine Händedesinfektionsversuche, soweit sie den Alkohol als Lösungs- und Desinfektionsmittel betreffen, vorläufig abgeschlossen. Ich glaube, in den drei Arbeiten, die sich mit Kombinationen verschiedener Desinfektionsmittel mit Alkohol beschäftigen, gezeigt zu haben, dafs die Kombination immer eine bedeutende Überlegenheit im desinfektorischen Wert besitzt, einerseits gegenüber der wäfsrigen Lösung desselben Mittels, anderseits gegenüber dem Alkohol allein. Ich betone dabei noch einmal ausdrücklich, dafs mir die Thatsache bekannt ist, dafs bei den über dieses Thema vorliegenden Versuchen der meisten anderen Autoren die Verwendung des Alkohols statt des Wassers als Lösungsmittel im Gegenteil eine Verschlechterung des Desinfektionseffekts zur Folge hatte. Diese Versuche sind meist an irgendwie adhästierten Bakterienkulturen angestellt. In unseren eigenen, sehr wenig zahlreichen Versuchen mit Bakterienkulturen haben wir zwar auch im Gegensatz hierzu eindeutig bei Verwendung des Alkohols als Lösungsmittel stärkere Wirkung als bei wäfsrigen Lösungen gehabt; indessen soll auf diese eigenen Versuche wegen ihrer geringen Zahl, und da auch der Unterschied in der Wirksamkeit kein sehr ins Auge fallender war, hier kein allzugrofses Gewicht gelegt werden. Für eine Beurteilung der Wirksamkeit von Desinfizientien bei der Hautdesinfektion aber glauben wir, unsere Versuche für zahlreich genug halten zu dürfen, und fühlen uns nach dem Ausfall derselben berechtigt, der Kombination des Alkohols mit einem in alkalischer Lösung befindlichen Desinfektionsmittel bis jetzt den Vorzug vor allen anderen Mitteln zuzuerkennen. Dies Ergebnis mufs nicht notwendig im Widerspruch stehen zu den oben genannten Resultaten der anderen Experimentatoren. Denn ein an den Händen, also der menschlichen Haut geprüftes Desinfektionsmittel könnte in der Zusammensetzung mit Alkohol sich wirksamer erweisen als die wäfsrige Lösung desselben, ohne dafs damit die Richtigkeit von Versuchsresultaten erschüttert würde, die ergeben, dafs dasselbe Desinfektionsmittel auf an

Granaten angetrockneten Kulturen besser wirkt in wäfsriger als in alkoholischer Lösung.

Es bleibt mir übrig, kurz zu sagen, dafs ich die Resultate dieser Versuche nicht überschätze. Die Versuche sind einseitig nach mehreren Richtungen hin. Sie sind vor allem in der grofsen Mehrzahl an den Händen nur einer Versuchsperson angestellt; sie sagen uns nichts über die Desinfektionswirkung der Kombinationen gegenüber stärkeren, absichtlich vorgenommenen oder auf natürliche Weise erworbenen Verunreinigungen der Hände; die Methode des Nachweises mit dem Paul-Sarweyschen Kasten ist ebenfalls einseitig und nicht ganz einwandsfrei, besonders wegen der ausschliefslichen Verwendung fester Nährböden. Immerhin gebe ich mich der Hoffnung hin, dafs meine Versuche zu Nachprüfungen anregen werden, und spreche den Wunsch aus, dafs letztere besonders in Hebammenschulen vorgenommen werden möchten, an deren Schülerinnenmaterial sich am ersten ein richtiges Urteil über die praktische Brauchbarkeit der kombinierten Alkoholdesinfizientien wird erhalten lassen.

Ein Selbstversuch über Ausnutzung der Nährstoffe bei verschiedenen Quantitäten des mit dem Mahle eingeführten Wassers.

Vom

Dozenten Dr. **Stanislav Růžička,**

Assistenten am hygien. Institute des Prof. Kabrhel in Prag.

(Aus dem hygienischen Institute der Universität in Berlin.)

Im Experimente, über welches in den folgenden Zeilen berichtet wird, handelte es sich um Feststellung, was für einen Unterschied in der Ausnutzung der eingeführten Nährstoffe eine Änderung der Quantität des mit dem eingenommenen Mahle eingebrachten Wassers bedingt.

Meine Absicht war, mehrere solche Versuche auszuführen, es gelang mir aber aufser dem ersten Versuch keinen weiteren mehr vollständig auszuführen: mein Verdauungsapparat hat eine solche ziemlich lange dauernde eintönige Ernährungsweise, wie sie zur Ausführung solcher Versuche nötig ist, nicht mehr ertragen. Experimente an anderen Personen sind aber teils aus äufseren Gründen schwieriger auszuführen und dann weniger verläfslich, da es schwer ist, für eine andere Person die Garantie zu übernehmen, dafs sie während der ganzen — wenigstens siebentägigen — Versuchsperiode Tag und Nacht die richtige

Lebensweise, wie sie zur Ausführung des Versuches erforderlich war, genau beobachtet hat.

Ich teile hier also wenigstens das Resultat des ersten Versuches, welcher in allen Punkten gut gelungen war, mit.

Die Veranlassung zu diesem Versuche gab mir der Wunsch, mich über die Frage zu orientieren, ob die durch den Genufs einer gröfseren Flüssigkeitsmenge herbeigeführte Verdünnung des Mageninhaltes (ein Teller Suppe vor dem Essen, Trinken von Wasser, Bier u. s. w. beim Essen) einen Einflufs auf die Ausnutzung der eingenommenen Nahrungsmittel hat.

In dieser Richtung habe ich in der Litteratur keine experimentellen Untersuchungen gefunden.[1])

Es wurde eine aus »Schlackwurst« (ziemlich fein zerhacktes Schweine- und Rindfleisch), Brot und Wasser zusammengesetzte Nahrung gewählt. Aufserdem wurde an den Versuchstagen gar nichts anderes genossen.

Der Versuch wurde in zwei zweitägige Perioden eingeteilt. Die erste Periode diente zur Feststellung der Ausnutzungsverhältnisse unter »normaler« Ernährung mit der eben angeführten Nahrung: Es wurde nämlich in dieser Periode die Nahrung zweimal täglich in beliebiger — dem Appetit entsprechender — Quantität (welche natürlich notiert wurde) genossen; auch das Wasser wurde während dieser zwei Tage ganz nach dem Appetit beliebig genossen, wobei wieder die Zeitpunkte und die Mengen notiert wurden.

In der zweiten Versuchsperiode wurde in Bezug auf den Genufs der festen Nahrung möglichst genau die erste Periode nachgeahmt; der Wassergenufs wurde aber in der Richtung abgeändert, dafs fast alles Wasser während des Essens und in den ersten 1—2 Stunden nach dem Essen eingenommen wurde, so dafs eine bedeutend gröfsere Wassermenge in den Verdauungsapparat während des Verdauungsgeschäftes — und zwar haupt-

1) Die Frage über den Einflufs gröfserer oder kleinerer Mengen genossener Flüssigkeit auf den Stoffwechsel (Menge des ausgeschiedenen Stickstoffs, CO_2) ist allerdings schon bearbeitet worden. (Siehe dieses Archiv, XXXIII, 145, XXXVI, 248.)

sächlich während der ersten 1—2 Stunden — eingeführt worden ist als in der ersten Versuchsperiode. Die genossene Gesamtmenge des Wassers war jedoch in beiden Versuchsperioden annähernd dieselbe, nur die Verteilung war anders: in der ersten Versuchsperiode war der Wassergenufs mehr gleichmäfsig über den ganzen Tag verteilt, in der zweiten auf die ersten Stunden des Verdauungsgeschäftes konzentriert.

Es war nötig, den Versuch auf diese Art anzuordnen, da ich den Einflufs der blofsen Verdünnung des Mageninhaltes studieren wollte. Unrichtig wäre es zu diesem Zwecke, in der zweiten Periode überhaupt mehr Wasser als in der ersten zu sich zu nehmen, da so zwei Änderungen — im Verhältnis zur ersten Periode — eingeführt werden würden: 1. Verdünnung des Mageninhalts durch Einbringen einer gröfseren Wassermenge mit den Speisen im ersten Teil der Verdauungsperiode, und aufserdem aber noch 2. Vergröfserung der (während der zweiten Versuchsperiode) genossenen Gesamtmenge des Wassers. Diese zweite Änderung mufste somit ausgeschlossen bleiben, um den Einflufs der ersten rein zu bekommen.

Als Versuchsflüssigkeit war Wasser zu nehmen, da es sich um das Studium der blofsen Verdünnung ohne Rücksicht auf die sonstigen Bestandteile der genossenen Flüssigkeiten handelte. Allerdings wurde dazu nicht destilliertes Wasser genommen — da man so viel destilliertes Wasser kaum zu sich nehmen könnte, und der Versuch würde zu unnatürlich werden — sondern Berliner Leitungswasser, welches (durch Sand filtriertes Oberflächenwasser) relativ wenig aufgelöste Stoffe enthält.

Die genossene Nahrung sowie die Exkremente wurden analysiert: Trockensubstanz-, Eiweifs-, Fett-, Aschenbestimmung; die Kohlehydrate wurden als Rest berechnet. Die Eiweifsmenge wurde aus dem nach Kjeldahl bestimmten Stickstoff durch Multiplikation mit 6,25, bei Brot mit 6,00 ermittelt. Als Fett wurde der Ätherextrakt angenommen.

Die Analysen wurden sämtlich doppelt ausgeführt und bei ungenügender Übereinstimmung noch einmal wiederholt.

Allerdings sind absolut genaue Resultate — besonders bei der Kotanalyse — wohl überhaupt nicht zu erhalten (z. B. in den Ätherextrakt übergehen auch andere Substanzen als Fett u. a. über). Man darf deswegen aus geringen Unterschieden im Resultate keine Schlüsse ziehen.

Vor die erste Versuchsperiode, dann zwischen beide Perioden und endlich hinter die zweite Periode wurde je ein Milchtag eingeschaltet, um durch die charakteristischen Milchexkremente die den beiden eigentlichen Versuchsperioden zugehörigen Exkremente abgegrenzt zu bekommen.

Daſs der Verdauungsapparat in vollständiger Ordnung sein muſs, versteht sich von selbst, da es sich um das Studium normaler Verhältnisse handelt. Weicher Stuhl stellt auch die Richtigkeit der Abgrenzung der einzelnen Kotpartien in Frage.

Die Schlackwurst und das Brot wurden für den ganzen Versuch auf einmal eingekauft und die betreffende Zeit (5 Tage) in einem kühlen Raume aufbewahrt.

Vom Brote wurde natürlich nur die Krume genossen. Die Kruste würde zwar die einförmige Kost bedeutend angenehmer, gleichzeitig aber die Analysen gar zu sehr kompliziert machen. Deswegen wird die Kruste bei solchen Versuchen immer weggelassen.

Auſser den erwähnten Analysen habe ich während des Versuches auch die Menge des durch den Harn ausgeschiedenen Stickstoffes bestimmt.

(Folgen Versuchsprotokolle S. 413—416.)

Das Versuchsprotokoll.

I. Tag (Milchtag).

Um 7 Uhr früh der letzte Harn ausgelassen. Von 10 1/4 Uhr vormittags bis 4 Uhr nachmittags wurden 2600 ccm Milch genossen. Harnmenge: 2350 ccm, darin 13,292 g Stickstoff.

II. und III. Tag.

Tag	Stunde	Einnahmen			Ausgaben	
		Schlackwurst in Gramm	Brotkrume in Gramm	Wasser in Cubikcentimeter	Harn in Cubikcentimeter	Stuhl
II. Tag	8 1/2	—	—	114	—	—
	9 1/2	—	—	—	70	—
	9 1/2—9 3/4	155,5	205,8	150	—	—
	11 1/2	—	—	115	58	—
	1 1/4	—	—	108	55	—
	2	—	—	117	—	—
	3	—	—	138	80	—
	4 1/4	—	—	125	—	—
	4 1/2	—	—	—	63	Stuhlgang, noch kein Milchkot
	5—5 1/4	113,1	223,8	136	—	—
	5 3/4	—	—	106	47	—
	bis 7 Uhr früh des folgenden Tages	—	—	440	456	—
III. Tag	9 1/2	—	—	115	110	—
	9 1/2—9 3/4	116,1	147,4	125	—	—
	11	—	—	138	60	119,3 g Milchkot
	12 1/2	—	—	128	95	—
	1 3/4	—	—	—	70	—
	3	—	—	187	74	—
	5—5 1/4	121,5	110,3	111	—	—
	6 1/4	—	—	142	35	—
	6 3/4	—	—	131	—	—
	bis 7 Uhr früh des folgenden Tages	—	—	378	616	—
	Summe	506,2	687,3	2954	1889	

Im Harn 25,235 g Stickstoff.

IV. Tag (Milchtag).

Von 12 Uhr mittags bis 4 Uhr nachmittags 2365 g Milch genossen. Harnmenge: 2596 ccm, darin 15,280 g Stickstoff

118,3 g reiner Wurstbrotkot.

V. und VI. Tag.

Tag	Stunde	Einnahmen: Schlackwurst in Gramm	Einnahmen: Brotkrume in Gramm	Einnahmen: Wasser in Cubikcentimeter	Ausgaben: Harn in Cubikcentimeter	Ausgaben: Stuhl
V. Tag	$8^3/_4$	—	—	116	—	—
	$9^1/_2$—10	147,2	211,2	408	—	—
	$10^3/_4$	—	—	98	99	—
	$11^1/_4$	—	—	150	—	—
	2	—	—	—	125	—
	$2^1/_2$	—	—	—	8	69,6 g Stuhl (kein Milchkot)
	$4^1/_2$	—	—	—	65	—
	5—$5^1/_2$	116,8	241,3	522	—	—
	6	—	—	96	—	—
	$6^1/_2$	—	—	—	86	—
	bis 7 Uhr früh des folgenden Tages	—	—	150	446	—
VI. Tag	$9^1/_2$—10	118,7	142,7	394	—	—
	$10^1/_2$	—	—	130	125	—
	$11^3/_4$	—	—	150	61	—
	2	—	—	—	105	—
	$3^3/_4$	—	—	—	55	56,3 g Milchkot
	5—$5^1/_2$	117,6	141,7	300	—	—
	$6^1/_2$	—	—	150	—	—
	$6^3/_4$	—	—	100	—	—
	7	—	—	100	100	—
	bis 7 Uhr früh des folgenden Tages	—	—	93	453	—
	Summe	500,3	736,9	2957	1728	

Im Harn 22,549 g Stickstoff.

VII. Tag (Milchtag).

Von 12 Uhr mittags bis 4 Uhr nachmittags 2325 g Milch genossen.

Harnmenge: 2341 ccm, darin 12,913 g Stickstoff.

Stuhlgang: Zuerst 27,2 g Milchkot, dann 46,9 g Wurstbrotkot; beides gut voneinander abgesondert.

VIII. Tag.

94,2 g Wurstbrotkot ohne Milchkot.

IX. Tag.

Milchkot.

Die Analysen.

Die zum Versuche verwendeten Nahrungsmittel hatten die folgende Zusammensetzung:

In 100 Gewichtsteilen der Trockensubstanz waren enthalten:

Nahrungsmittel	Eiweifs	Fett (Ätherextrakt)	Kohlehydrate	Asche
Brotkrume	9,1	1,8	87,3	1,8
Wurst	20,0	71,7	5,7	2,6

Es wurde nun in diesen Nahrungsmitteln in der ersten Versuchsperiode (II. und III. Tag) aufgenommen:

	Wasser	Gesamttrockensubstanz	Eiweifs	Fette	Kohlehydrate	Asche
Im Brot . .	299,1	388,2	35,4	7,0	338,9	6,8
In der Wurst	111,1	395,1	83,0	283,3	18,5	10,3
Summa	410,2	783,3	118,4	290,3	357,4	17,1

In der zweiten Versuchsperiode (V. und VI. Tag) wurde aufgenommen:

	Wasser	Gesamttrockensubstanz	Eiweifs	Fette	Kohlehydrate	Asche
Im Brot . .	307,4	429,5	39,2	7,7	365,0	7,5
In der Wurst	87,3	413,0	86,7	296,1	19,4	10,8
Summa	394,7	842,5	125,9	303,8	384,4	18,3

Im Kot ist abgegangen (in Grammen):

Versuchsperiode	Gesamttrockensubstanz	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Asche
Erste (II. u. III. Tag)	46,2	17,9	16,0	6,9	5,4
Zweite (V. u. VI. Tag)	42,0	16,5	14,8	6,3	4,4

Die relative Zusammensetzung des Kotes ist in den beiden Versuchsperioden — wie schon ein flüchtiger Blick auf die eben angeführte Tabelle zeigt — annähernd die gleiche. Eine genauere Berechnung ergibt folgende prozentuale Zusammensetzung des Kotes für die beiden Versuchsperioden.

Auf 100 Gewichtsteile Trockensubstanz kommen:

Versuchsperiode	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Erste	38,7	34,6	14,9	11,7
Zweite	39,3	35,2	15,0	10,5

Auf Grund der angeführten Analysen ergibt sich die folgende Gesamtbilanz der Ausnutzung einzelner Nährstoffe in Prozenten für die beiden Versuchsperioden:

Es sind ausgenutzt worden		von der Gesamttrockensubstanz	vom Eiweifs	von den Fetten	von den Kohlehydraten	von der Asche
In der	ersten Versuchsperiode	94,1 %	84,9 %	94,5 %	98,1 %	68,6 %
	zweiten Versuchsperiode	95,0 »	86,9 »	95,1 »	98,4 »	75,9 »

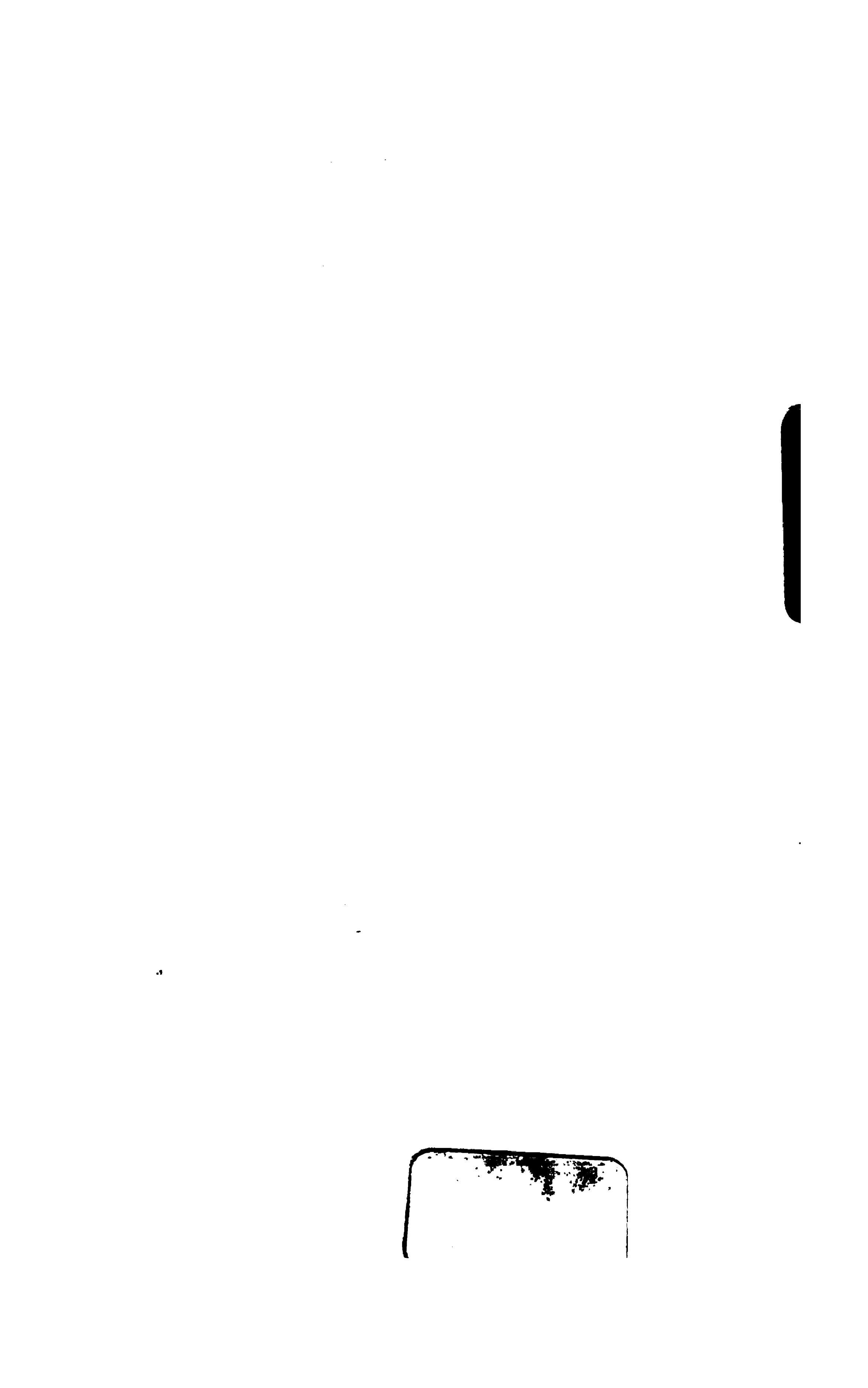
Im ganzen zeigen somit die Zahlen eine etwas bessere Ausnutzung der Nährstoffe in der zweiten Versuchsperiode, in welcher die Wassereinnahme fast gänzlich in den ersten Teil der Verdauungsperioden konzentriert worden ist. Ich will aber auf Grund dieser ziemlich geringen Differenzen keinen solchen Schlufs ziehen, besonders da ich nur einen Versuch ausführen konnte.

So viel würde ich aber in umgekehrter Richtung schliefsen, dafs eine mäfsige Wassereinnahme (wie sie z. B. durch einen Teller Suppe zustande kommt) keinen schädlichen Einflufs auf die Ausnutzung der Nährstoffe hatte.

Es zeigt dieser Versuch wieder schön, wie breite Grenzen der Anpassungsfähigkeit an verschiedene Verhältnisse dem Organismus gegeben sind: Ein halber Liter Wasser im Verdauungsapparat mehr oder weniger stört den Organismus nicht, er verrichtet seine Arbeit in beiden Fällen fast ebenso. Wahrscheinlich handelt es sich um schnelle Resorption des überflüssigen Wassers.

Dem Herrn Geheimrat Rubner danke ich für die wohlwollende Unterstützung und das meinen Versuchen gewidmete Interesse.






3 2044 103 036 497